



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
VETERİNERLİK BİYOKİMYASI ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN BEYAZ ÇAY ÇEŞİTLERİNİN  
ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE FENOLİK MADDE  
PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra YENİÇİRAK**

**Samsun  
Haziran-2019**





T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
VETERİNERLİK BİYOKİMYASI ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN BEYAZ ÇAY ÇEŞİTLERİNİN  
ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE FENOLİK MADDE  
PROFİLİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra YENİÇİRAK**

**Danışman  
Prof. Dr. Cevat NİSBET**

**Samsun  
Haziran-2019**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Büşra YENİÇIRAK tarafından Prof. Dr. Cevat NİSBET danışmanlığında hazırlanan “Türkiye’de Yetiştirilen Beyaz Çay Çeşitlerinin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 03/07/2019 tarihinde yapılan sınav ile Veterinerlik Biyokimyası Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :  
Prof. Dr. Meltem TANRIVERDİ, Uludağ Üniversitesi

Üye:  
Prof. Dr. Ali ERTEKİN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye:  
Prof. Dr. Cevat NİSBET, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / .... /2019

**Prof. Dr. Ahmet UZUN**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, tezimin planlanması ve çalışılmasında yardımını esirgemeyen, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cevat NİSBET'e, eğitimim boyunca değerli bilgilerinden yararlandığım, üzerimde emeği geçen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı öğretim üyeleri, değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali ERTEKİN'e, Sayın Prof. Dr. Gül Fatma YARIM'a, Sayın Prof. Dr. Sena ÇENESİZ'e, Sayın Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ'ye,

Bu tez sırasında imkânlarıyla bana beyaz çay temininde desteklerini esirgemeyen Rize/Çaykur Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Emel BABALIK SAYIN ve çalışma arkadaşlarına,

Yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübelerinden yararlandığım, destek ve dostluğunu benden esirgemeyen Diyetisyen Fatma Semine KAPAR'a, Araştırma görevlisi Emine ALTIN'a, Diyetisyen Tuba ER'e ve tüm Veteriner Fakültesi asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca manevi desteklerini her zaman hissettiğim, beni bugünlere getiren, canım annem Gülnaz YENİÇİRAK ve baban Metin YENİÇİRAK'ın sabır ve anlayışları için, varlığıyla hayatımı şekillendiren ablam Bahar YAVAŞ ve Fatmagül HALCI'ya, erkek kardeşim Kadir YENİÇİRAK'a ve bütün emeklerinden dolayı Elif KULECİ'ye,

En içten dileklerle teşekkür ederim...

Bu çalışma PYO. VET 1904.18.015 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

## ÖZET

### TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN BEYAZ ÇAY ÇEŞİTLERİNİN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ VE FENOLİK MADDE PROFİLİNİN BELİRLENMESİ

**Amaç:** Bu çalışmada, beyaz çayın kimyasal yapısında yer alan fenolik madde bileşenlerinin ve antioksidan düzeylerinin ortaya konulması amaçlandı.

**Materyal ve Metod:** Araştırma Türkiye'nin Karadeniz yöresinden toplanan toplam 35 adet beyaz çay numunesi ile yapıldı. Beyaz çay örneklerinin antioksidan aktivitesi, total fenolik Madde tayin ve total flavonoid düzeyi spektrofotometre ile analiz edildi. Diğer taraftan fenolik bileşiklerin analizi ise LC/MS-MS ile yapıldı.

**Bulgular:** Çalışmada beyaz çay örneklerinde gallik asit miktarı  $173,86 \pm 38,76$  (ppb) ve kateşin otalaması ise  $8,45 \pm 1,054$  (ppb) hesaplandı. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı ortalama  $180,89 \pm 86,49$  (mgQE/g), toplam flavonoid düzeyleri  $153,70 \pm 35,83$  (mgGAE/gr) ve radikal süpürücü etkinliği ise  $29,66 \pm 13,71$  (% inhibision) olarak belirlendi.

**Sonuç:** Elde edilen sonuçlar, beyaz çay kalitesinin belirlenmesinde fenolik bileşiklerin varlığı ve miktarı önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Beyaz çay, Fenolik Madde, Fitoterapi

Büşra YENİÇIRAK, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi – Samsun – Haziran – 2019

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PHENOLIC SUBSTANCE PROFILE OF WHITE TEA VARIETIES GROWN IN TURKEY

**Aim:** In this study, determination of the phenolic compounds levels and antioxidant levels in the chemical structure of white tea samples.

**Material and Method:** This research was collected from the Black Sea region of Turkey with a total of 35 samples of white tea. Antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid levels of white tea samples were analyzed by spectrophotometer. Other phenolic compounds were analyzed by LC/MS-MS metod.

**Results:** In the study, the amount of gallic acid in white tea samples was calculated as  $173.86 \pm 38.76$  (ppb) and Catechin autum was  $8.45 \pm 1.054$  (ppb). In addition, the total amount of phenolic substances was  $180.89 \pm 86.49$  (mgQE/g), total flavonoid levels were  $153.70 \pm 35.83$  (mgGAE/gr) and radical scavenging activity was  $29.66 \pm 13.71$ .

**Conclusion:** The results obtained from this study have showed that in determining the quality of white tea, were very important factor the content and levels of phenolics of tea,

**Keywords:** Antioxidant, White tea, Phenolic Substance, Phytotherapy

Büşra YENİÇIRAK, Master Thesis

Ondokuz Mayıs University – Samsun – June – 2019

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

<b>C</b>	: Kateşin
<b>CAM</b>	: Alternatif ve Tamamlayıcı Tedavi
<b>DPPH</b>	: Serbest Radikal Temizleme Aktivitesi
<b>EC</b>	: Epikateşin
<b>ECG</b>	: Epikateşin Gallat
<b>EGC</b>	: Epigallo Kateşin
<b>EGCG</b>	: Epigallo Kateşin Gallat
<b>GC</b>	: Gallo Kateşin
<b>ISO</b>	: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
<b>KATEŞİNLER</b>	: Flavanoller
<b>JCD</b>	: Ortak Bileşenlerin Algılanması
<b>NCCAM</b>	: Ulusal Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Merkezi
<b>NIH</b>	: Ulusal Sağlık Enstitüsü
<b>PPB</b>	: Milyarda Bir
<b>ROS</b>	: Reaktif Oksijen Süpürücü
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. Çayın Tanımı .....	3
2.2. Çayın Tarihsel Gelişimi.....	4
2.3. Çay Yapraklarının İşleme Metotları .....	6
2.3.1. Soldurma.....	6
2.3.2. Kıvrırma .....	7
2.3.3. Oksidasyon.....	8
2.3.4. Kurutma .....	8
2.4. Çayların Sınıflandırılması .....	9
2.5. Çay Çeşitleri .....	10
2.5.1. Siyah Çay .....	11
2.5.2. Yeşil Çay.....	13
2.5.3. Oolong Çay .....	14
2.5.4. Beyaz Çay .....	14
2.6. Çayın Bileşenleri .....	15
2.7. Çayın Fenolik Madde İçeriği.....	16
2.8. Fitoterapi.....	18
2.9. Çayın Sağlık Üzerine Etkileri.....	20
2.10. Beyaz Çayın Etkinliği İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	21
<b>3. MATERYAL VE METOT</b> .....	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Çay Ekstraktının Hazırlanması.....	22
3.3. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler .....	23
3.4. Kullanılan Cihazlar.....	23
3.5. Metot.....	24
3.5.1. DPPH Radikal Süpürme Aktivite Ölçümü .....	24

3.5.2. Total Fenolik Madde Tayin Yöntemi .....	24
3.5.3. Total Flavonoid Madde Miktarı.....	25
3.5.4. Fenolik Bileşiklerin Analizi.....	26
3.6. Standart Kromatogram ve Kalibrasyon Eğrileri.....	28
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>40</b>
4.1. Beyaz Numunelerinde Fenolik Madde Sonuçları.....	40
4.2. Beyaz Numunelerinin Antioksidan Madde Sonuçları .....	42
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>45</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>47</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>48</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>55</b>

## 1. GİRİŞ

Çay bitkisi *Camellia sinensis* var. *assamica* ve *Camellia sinensis* var. *sinensis* cinsleri Theaceae familyasına aittir ve günümüzde hem sağlık açısından olumlu etkilerinden dolayı hem de keyif almak amacıyla yaygın olarak tüketilmektedir (Caffin ve ark., 2004). Dünya nüfusunun yaklaşık 2/3'ü en önemli içecek olan sudan sonra çayı tüketmektedir, çayın kimyasal madde içeriğinin 4000'den fazla olduğu bilinmektedir (McKay ve Blumberg, 2002). Belirli miktarlarda ve orta sıcaklıkta tüketilen çayın akut veya kronik herhangi bir rahatsızlık göstermediği, buna ilaveten son yıllarda yapılan araştırmalarda, sağlıklı bir yaşam tarzına sahip olanların düzenli çay içenlerin oldukları ifade edilmektedir (Weisburger ve Chung, 2002; Wu ve Wei, 2002). Çayın bileşenleri arasında polifenoller, proteinler, karbonhidratlar, lipitler, uçucu yağlar, vitaminler ve mineraller yer almaktadır. Çay da A, K, C, B vitamini, β karoten ve 26 çeşit amino asit bulunmaktadır. Çayın içeriğinde çaya özgü olan ve toplam amino asitlerin %50'sini oluşturan teanin yer almaktadır (McKay ve Blumberg, 2002; Türkmen, 2007). Çay türlerinin bileşenleri arasında polifenoller çok önemli bir yer tutar ve kuru çayın yaklaşık %36'sını oluşturur. Bu bileşenlerin antioksidan, antiviral, antikanser, antibakteriyel, antifungal ve antiparaziter gibi geniş ölçüde biyolojik aktivitelerinin olduğu bilinmektedir (Dufrense ve Farnworth, 2001; Parejo ve ark., 2002; Ziakova ve Brandsteterova, 2003; Atoui ve ark., 2005; Sharangi ve ark., 2009). Özellikle diyetle alınan antioksidanların %35-45'inin çay flavonoidlerinden oluştuğu, demleme sırasında sıcaklıkla deme geçen antioksidan miktarının da arttığı bildirilmektedir (Lambert ve Yang, 2003). 1 g/gün çay tüketiminin 200–300 mg/gün flavanoid alımı sağlayabileceği bildirilmiştir (Moure ve ark., 2000). Bitkideki flavonoid miktarını tam olarak ekstraksiyonunda önemli olan husus, uygun yöntemle doğru hazırlama metotlarının belirlenmesidir (Aherne ve O'Brien, 2002).

Bitkisel tedavi anlamında kullanılan fitoterapi, insan varlığı kadar eskilere dayandığı tarihçesiyle günümüzde modern terapide ve destekleyici tedavide yaygın olarak uygulama alanına sahiptir. Son yıllarda yapılan araştırmalar genişletilerek, 300'den fazla bitkinin klinik etkileri değerlendirerek, tedavilerinin standardizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır (Bedi, 2002). Bu araştırmalar her geçen gün fitoterapiye olan ilgiyi giderek arttırmaktadır. Ülkemizdeki sıklığı bilinmemekle birlikte çok sayıda hasta tıbbi tedavilerin yanı sıra bitkisel tedavilere başvurmaktadır (Kurt ve ark., 2004; Algier

ve ark., 2005) *Camellia sinensis* bitkisinin fermentasyonu ile elde edilen çay da fitoterapide kullanılmaktadır. Çayın fitoterapideki önemi, içerdiği polifenollerden kaynaklanmaktadır (Govindarajan ve ark., 2005). Dünyada her yıl yaklaşık 2,5 milyon ton kuru çay üretilmektedir. Çay bitkisinin M.Ö 2700 yıllarında Assam'dan Çin'e taşındığı ve orada da kültürü yapılmaya başlandığı bilinmektedir. Hindistan, Çin, Sri Lanka, Japonya ve Tayvan başta olmak üzere yaklaşık 30 ülkede çay üretilmektedir. Türkiye ise kısıtlı çay ekim alanlarına rağmen, 2011 yılında çay ekim alanı büyüklüğü ile 8'inci ve 221,600 ton üretim miktarı ile dünyada çay üreten ülkeler arasında 5'inci sırada yer almaktadır (Kurt ve Hacıoğlu, 2013). Diğer taraftan beyaz çayın yıllık sadece 600 ila 800 ton arası üretilmiş olması ise ürünü dünyanın en nadide ve en pahalı çayı haline getirmiştir. Her geçen gün fitoterapi alanında etkinliği artan beyaz çay, ülkemizde kısıtlı da olsa üretilmektedir. Fakat ülkemizde üretilen beyaz çayın biyokimyasal içeriği bilinmemektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de yetiştirilen beyaz çayın destekleyici tedavi ve gıda sektörüne katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca beyaz çayın içeriğinde bulunan fenolik maddelerin kalitatif ve kantitatif araştırmasının yapılması ve antioksidan düzeyinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Çayın Tanımı

Çay değişik bitki yapraklarının kaynatılmasıyla elde edilen bir içecek türüdür. Bu tezde bahsi edilen çay *Camellia sinensis* bitki yapraklarından elde edilmektedir. Çay aroması, tadı ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı ülkemizde ve dünyada son yıllarda içme suyundan sonra en fazla tüketilen içeceklerin başında gelmektedir (Yao ve ark., 2006). Çay, her zaman yeşil kalan ve her mevsim yaprağa sahip olan bir bitkidir. Çay bitkisinin ortalama 100 yıl yaşadığı ve ürün vermeye ortalama 4 yaşından itibaren başlayarak 50 yıl ekonomik verimliliğini koruduğu bildirilmektedir (Altuğ ve Elmacı, 1998). Çay bitkisi özellikle ılıman (16-32 °C), hafif asitik topraklarda ( Ph 5.0-5.6) ve bol yağmurun olduğu bölgelerde yetişmektedir (Fung ve Wong, 2002). Çay sürgünlerinin üretim için bir tomurcuk ve iki yaprak şeklinde koparılması önerilir. Nedeni ise çayda kaliteyi etkileyen karakteristik maddeler olan fenolik bileşikler ve kafein içeriğinin tomurcuk ve genç yapraklarda daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Kaçar, 1997). Belirli miktarlarda ve orta sıcaklıkta tüketilen çayın kronik herhangi bir toksik etki veya rahatsızlık göstermediği (Weisburger ve Chung, 2002), yanısıra sağlıklı bir içecek olduğu bildirilmiş ve kullanılması tavsiye edilmiştir (Wu ve Wei, 2002). Hasat edilen çay yaprakları farklı işlemlerden geçirilerek tüketime sunulmaktadır. Kategorilerine ayrılan bu çaylar, çayın oksitlenme oranına göre birbirinden ayrılmıştır. Buna göre fermante olmayan çaylara yeşil çay, fermante çaylara siyah çay, kısmen fermentasyona uğrayan çaylar ise oolong çay bunlardan farklı olarak hiçbir fermentasyon işlemine uğramayan ilk tomurcuktan elde edilen çay ise beyaz çay olarak adlandırılmaktadır (Wheeler ve Wheeler, 2004). Dünyada her yıl yaklaşık üretilen kuru çay miktarı 2,5 milyon ton civarındadır. Üretilen ülkelerin başında ise Çin, Sri Lanka, Hindistan, Rusya, Türkiye, Tayvan, İran ve Japonya gelmektedir.

## 2.2. Çayın Tarihsel Gelişimi

Dünyada ilk defa Çin ve Hindistan'da yetiştirilmeye başlanmış olan çayın anavatanı Assam'dır (Hindistan'ın Çin'e bakan iç tarafları). Çay bitkisinin M.Ö 2700 yıllarında Assam'dan Çin'e taşındığı ve orada da kültürü yapılmaya başlandığı bilinmektedir. Önceleri taze yaprakların sıcak suda haşlanmasıyla tüketilen çay, M.S 9. yüzyıldan itibaren ise yapraklarının güneşte kurutulup sıcak su ile karıştırılarak tüketilmeye başlamıştır. Dünyada binlerce yıllık geçmişi bulunmasına rağmen, Türkiye'de bir asırlık bir süreyi bile doldurmamıştır. Türkiye'nin çayla ilk tanışması gerçek anlamda 19. yüzyılda olmuştur. İlk olarak Japonyadan tedarik edilen tohum ve fideler Bursa'ya dikilmiştir. Ancak ekolojik koşulların uygun olmaması nedeniyle başarı sağlanamamıştır. Bazı kaynaklara göre; Türkiye'de ilk çay yetiştiriciliği 1888 yılında yapılmaya çalışılmıştır. Halkalı Ziraat Mektebi Âlisi botanikçisi ve aynı zamanda müdür vekili olan Ali Rıza ERTEN çay yetiştiriciliğinin ülkemizde yapılabileceği fikrini ortaya koymuştur (Ataseven, 2012). Fakat ilk ciddi çalışmalar 1924 yılında Ziraat Genel Müdürü Zihni DERİN'in Rize'de; bir fidanlık kurulması talimatını verdiği ve kurulan bu fidanlıkta portakal, kivi, mandalina gibi meyvelerin yanı sıra çay bitkisinin de yetiştiriciliğinin yapılması sağlanmıştır. İlk Türk çaycılığının 1938 yılında üretime başladığı göz önüne alınırsa ülkemiz bu sektörde oldukça yeni sayılmaktadır (Saklı, 2008). Bugün Türkiye'de ticari öneme sahip çay bitkisi *Camellia sinensis var. assamica* ve *Camellia sinensis var. sinensis* cinsleri Theaceae familyasına aittir. (Caffin ve ark., 2004). Yetiştirilmesi Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, batıda Fatsa'dan başlayarak Gürcistan sınırına kadar ilerleyen bir alanda yapılmaktadır. Özellikle çay üretim bölgesi olarak sahilden 30 km içerilere kadar uzanan, ortalama 7-8 km derinliğinde ki alan, çay yetiştiriciliği için ideal bölge olarak kabul edilmektedir (Ataseven, 2012). Ülkemizde çay hasadı Mayıs – Ekim aylarında yapılmaktadır. Bu süre zarfında genelde 3-4 sürgün dönemi çay toplanmaktadır. Ekvator kuşağının dışında kalan ve oldukça yağışlı bir iklime sahip olan Karadeniz bölgesinde yetişen yapraklardan elde edilen Türk çayı, doğallık açısından dünyanın diğer kesimlerine göre çok ileridedir (Üstün, 2007).

**Tablo 1.** Farklı ülkelere ait çay ekim alanlarının yıllara göre değişimi (Ton) (ÇAYKUR İstatistik Verileri, 2018)

	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Türkiye</b>	76,2907	76,361	82,108
<b>Srilanka</b>	225,378	231,628	233,909
<b>Kenya</b>	209,400	218,500	218,538
<b>Vietnam</b>	117,822	118,824	123,188
<b>Hindistan</b>	566, 660	585,907	621,610
<b>Çin</b>	2,127,420	2,224,594	2,224,261

**Tablo 2.** Farklı ülkelere ait çay üretim miktarının yıllara göre değişimi (Ton) (ÇAYKUR İstatistik Verileri, 2018)

	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>Türkiye</b>	239,028	243,000	234,000
<b>Srilanka</b>	341,744	349,308	349,699
<b>Kenya</b>	399,100	473,000	439,857
<b>Vietnam</b>	236,000	240,000	260,000
<b>Hindistan</b>	1,233,140	1,252,174	1,325,050
<b>Çin</b>	2,291,405	2,326,018	2,473,443

**Tablo 3.** Türkiye’de çay üretim miktarları ve ekim alanlarının doğu Karadeniz bölgesindeki dağılımı.  
(ÇAYKUR İstatistik Verileri, 2018)

İller	Ekimi yapılan alan (hektar alan)	Üretim miktarı (Ton)
Rize	680,246	632,024
Trabzon	15,596,8	200,623
Giresun	2,087,9	26,313
Artvin	9,835,4	63,762
Ordu	13,1	55

### 2.3. Çay Yapraklarının İşleme Metotları

Toplanan yaş çay yaprağının, tomurcuk ve bunlarla bitişik sap kısımlarının uygun yöntemlerle işlenmesi gerekmektedir. Bu işlem sırasında çay filizleri soldurma, kurutma, kıvrırma ve oksidasyon işlemlerinden geçmektedir. Böylece çay ürünlerinin üretim aşamalarında bazı temel değişiklikler yapılarak farklı özelliklere sahip çaylar elde edilmektedir.

#### 2.3.1. Soldurma

Çay üretiminde ilk aşama soldurma işlemidir. Taze çay yapraklarının nemi %75-83 arasında değişmektedir (Bayrak ve ark., 2007). Soldurulmuş yapraklarda ise bu oran %55-60’a kadar düşürülmektedir. Yapraklarda istenilen nem düzeyine ulaşıncaya kadar soldurma işlemi, yaprakların arasından ısıtılmış havanın veya ortam havasının geçirilmesi ile gerçekleştirilir. Bu işlemde havanın kurutma kapasitesi ve soldurma süresi, yaprağın tipi, serme kalınlığı, toplama standardına bağlı olmakla birlikte 1,5-6 saat arasında değişmektedir (Almazar-Abarca ve ark., 2007). Soldurmanın amacı, suyun uzaklaştırılarak kısmi kurutma ile çay yapraklarının esnek hale gelmesini sağlamaktır (Ghodake ve ark., 2006). Soldurma sonucunda yaprakların hücre özsuları daha konsantre hale gelir ve kıvrırma işlemi için uygun elastiki yapı temin edilir. Taze yapraklar soldurulmadan doğrudan doğruya kıvrırmaya tabi tutulursa, hücre özsuyunun dışarı çıkması ve hücre parçalanması tam olmaz, yapraklarda kıvrılmadan ziyade kırılma meydana gelir (Üstün., 2007). Diğer taraftan bu yöntem ile polifenoller,



oksijenin ve enzimlerin birbiriyle iyi bir biçimde karışmasıyla hücre membranının geçirgenliğinde artış meydana gelir. Bazı çalışmalarda keto ve mevalonik asitlerin soldurma sırasında oluştuğu ve çayın aroma kazanmasına neden olduğu bildirilmiştir (Ghodake ve ark., 2006). Soldurma sonucu artan kafein, çayın tadını, kalitesini ve burukluğunu olumlu yönde etkilemektedir. Çayın buruk tadı kafeinin tanenle birleşmesiyle oluşur (Albayrak ve ark., 2010).

**Tablo 4.** Çay yaprağının işlenmesinde etkisi olan enzimler (Altan, 1997)

Enzim Adı	Etkilediği Tepkimeler ve Değişimler
<b>Polifenol Oksidaz</b> (Kateşin Oksidaz)	Çaydaki birincil flavanollerin oksitlenmesi ile renk ve tat oluşması
<b>Peroksidaz</b>	Flavanol yapılarının oksidasyonu (ortamda H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> bulunması durumunda)
<b>Pektinaz</b>	Pektik maddeler de parçalama ile demin dolgunluk kazanması
<b>Alkoldehidrogenaz</b>	Çay aromasının gelişimde etkili olan bazı alkollerin oluşumu
<b>Transaminaz</b>	Aroma oluşumunda terpen biyosetzi ve bazı amino asit dönüşümleri
<b>Peptidaz</b>	Proteinler amino asitlere solma aşamasında parçalanır

### 2.3.2. Kıvrırma

Kıvrırma işlemi siyah çay üretiminde soldurulmuş haldeki çay yapraklarının özel makinelerle ezilme, parçalanma, bükülme ve kesmeden oluşan işlemlerdir. Bu işlemlerin tümüne kısaca kıvrırma adı verilir (Özdemir ve ark., 1993). Soldurma işlemi uygulandıktan sonra kıvrırma işlemi ile yaprak hücrelerinin parçalanıp ezilmesi sonucu hücre öz suyunun kıvrırılmış yaprak yüzeyine yayılması ve oksidasyonun başlaması sağlanır. Açığa çıkan hücre öz suyunda bulunan enzimler, oksijen ve polifenollerin tepkimeye girmesine neden olmaktadır. Bu işlem çaya özelliğini kazandırmaktadır (Tokuşoğlu, 2001). Çünkü çay enzimleri hücre içi enzimler olmasından dolayı enzimatik tepkimeler sadece yaprakların kıvrırma işlemine tabi tutulmasından sonra başlar. Oksidasyon, kıvrırmanın ilk aşamasında itibaren çay yaprağı içeriklerin de önemli kimyasal değişikliklere neden olur. Diğer taraftan kıvrırma işlemi sırasında

büyük ölçüde glikozit hidrolizinin gerçekleştiği belirtilmiştir (Wang ve ark., 2001). Bu kimyasal değişimler çaya hoş bir koku kazandırırken, çay yaprağının renginin de giderek kahverengi veya koyu yeşil renkten kırmızıya dönüşmesini sağlar.

### **2.3.3. Oksidasyon**

Oksidasyon siyah çay üretiminde en önemli işlemdir. Siyah çayın başlıca özellikleri oksidasyon aşamasında kazanılır. Çayın işlenmesinde oksidasyon yerine fermantasyon sözcüğü kullanılsada mayalama işlemi olmadığından yanlış bir sözcüktür. Bu yöntem de çay yapraklarına nemlendirilmiş hava verildiği için meydana gelen değişim fermantasyon değil oksidasyon işlemidir. Oksidasyon, kıvrırma işlemlerinden sonra nemi ve sıcaklığı ayarlanmış odalarda çay yapraklarının 40-180 dakika arasında değişebilen zaman aralıklarında bırakılmasıyla gerçekleşir (Muthumani ve Senthil-Kumar, 2007b). Soldurma işleminden sonra uygulanan kıvrırma işlemi sırasında, yaprak hücrelerinin parçalanması sonucu açığa çıkan hücre özsuyunda bulunan polifenoller ve enzimler oksijen karşısında tepkimeye girerek oksidasyona neden olur. Oksidasyon anında en önemli değişiklik polifenolik bileşiklerde olur. Polifenol oksidaz enzimiyle polifenol bileşikler içerisinde bulunan özellikle flavanoller yükseltgenir. Saydam olan flavanoller bu tepkime sonucunda portakal sarısı renklerden kırmızı-kahverengine kadar değişebilen renkli bileşiklere dönüşebilmektedir. Bu aşamada çok sayıda uçucu bileşenler meydana gelir. Bu işlem sonrası siyah çayda istenen renk, burukluk, parlaklık, koku ve aroma oluşur (Caffin ve ark., 2004; Owuor ve ark., 2008). Özellikle çaya özgü olan ve serbest halde bulunan theanin (5-N-metil glutamin) adındaki amino asit oksidasyon sonucu deaminasyona uğramasıyla karbonil bileşiklerine dönüşmesi, çayın aroma bileşenlerinin bir kısmını oluşturur. Bu durumun yanı sıra oksidasyon sırasında benzil alkol, trans-hekzenal, salisilik asit, 1-pentol-3-ol, n-kaproik, cis-3-hekzenoik cis-2-pentenol ve benzaldehit gibi önemli aroma bileşenlerinin oluştuğu belirlenmiştir (Altan, 1997) .

### **2.3.4. Kurutma**

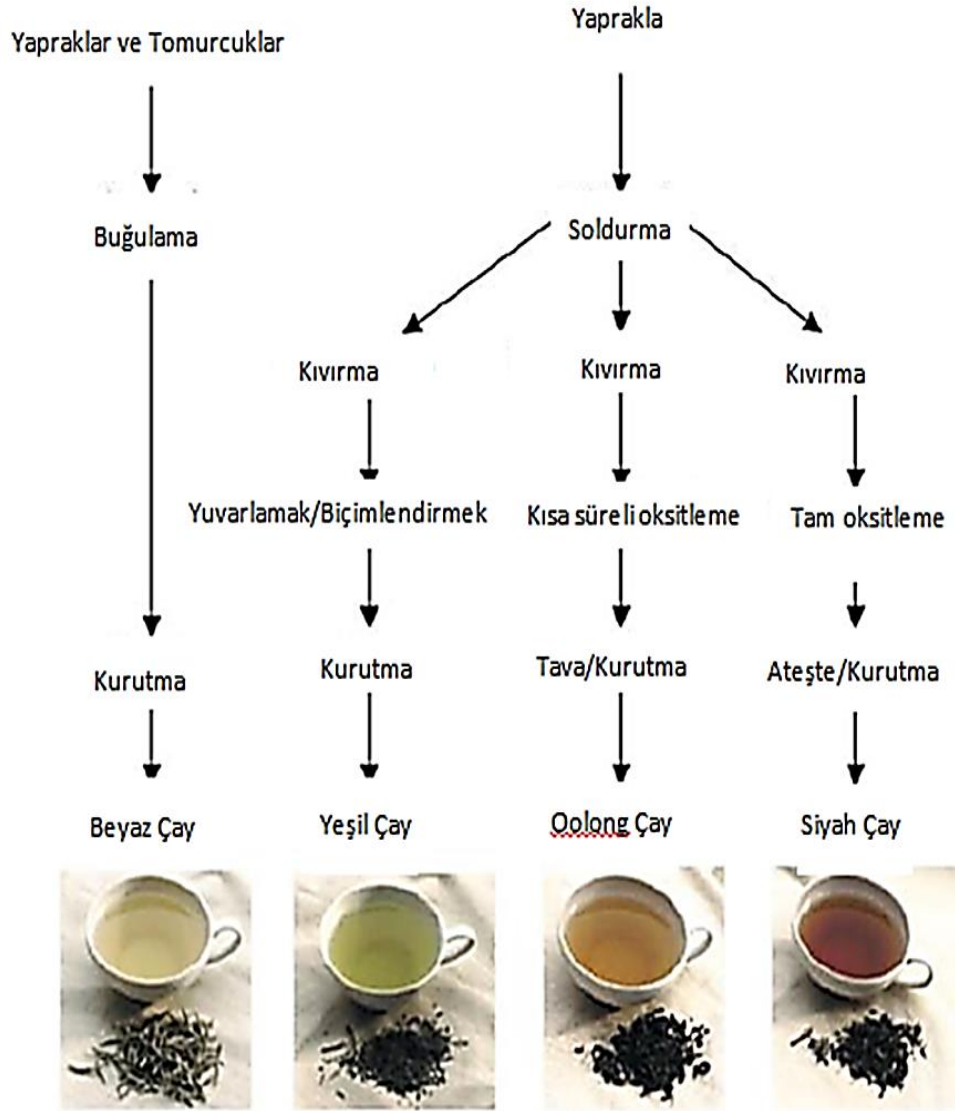
Kurutma işleminin önemi, kıvrılmış ve okside olmuş çay yapraklarında bulunan nem içeriğinin %2-4 seviyelerine çekerek enzim oksidasyona engel olmak ve oluşan aroma bileşenlerinin ve kazanılan özelliklerin kaybolmasını durdurmaktır (Caffin ve ark., 2004). Kurutma sonunda siyah çayda polifenol oksidaz enzimi dâhil, tüm

enzimatik ve kimyasal faaliyetler durur. Böylece okside çay kurutma esnasında kahverengi ya da bakırimsı kırmızı rengini kaybederek, çay yaprakları siyah çaya dönüşür. Çayın bakırimsı kırmızı renginin siyah ve koyu kahverengine dönüşmesi için klorofilin, fioforbite ve fiofitine dönüşmesi gerekir. Kurutma sonucunda aroma bileşiklerinin miktar ve oranlarında değişmeler meydana gelir. Özellikle siyah çayın temel aroma bileşiklerinden kinolinler, pirazinler ve pridinler kurutma esnasında oluşur. Kurutma sonrası çayda hoş bir tat meydana gelir, çay yaprağındaki acı ve metalik olan tat kaybolur (Ravichandran ve Parthiban, 1998).

#### **2.4. Çayların Sınıflandırılması**

Çayların sınıflandırılması dünya çapında standardize edilmiş değildir. Çayın tadı ve kalitesi ülke orijinine, çayın çeşidine, üretildiği bölge, hasat ve hasattan sonraki işleme gibi birçok farklı faktörlere bağlı değişkenlik göstermektedir (Usta, 2005).

İlk önce kurutulmuş çaylar özel lif tutucularından geçirilerek yabancı madde ve çay çöplerinden ayrılırlar. Daha sonra belirlenen standartlarda elek tellerinden geçirilerek incelik, kalınlık ve kalitelerine göre ayırt etme işlemine tabi tutulur. Genel olarak kabul gören, tasniflemeye göre üretilen çaylar genellikle imalat kırığı ve kırık (kırıcıdan geçmiş) çaylar olmak üzere 2 sınıfa ayrılmaktadır. Kurutmalardan çıkıp ve herhangi bir kırma işlemine tabi tutulmadan elenen çaylara imalat kırığı çaylar denir. Diğer yandan kurutulmuş olan çaylar Midilton eleği ile 8 ve 10 numaralı pakka eleklerinin üzerinde kalan çayların mekanik olarak kırılıp, tekrar elenmesi sonucu elde edilen çaylara kırık çaylar (kırıcıdan geçmiş) denir (Üstün, 2007). Ülkemizde uygulanan derecelendirmeye göre çay 7 değişik gruba ayrılır ve bu gruplandırma kalite esasına ve partikül kalınlığına göre yapılır. (Özdemir ve ark., 1999). Toplam üretim için imalat kırığı çay oranının yüksek, kırıcıdan geçen çay oranının ise düşük olması kaliteyi doğrudan etkiler. Kırıcıdan geçen çay sayısı azaldıkça kalite artmaktadır (Türkmen, 2007).



Şekil 1. Çay yapraklarının işleme yöntemleri (Bayrak ve ark., 2007)

## 2.5. Çay Çeşitleri

Çaylar değişik üretim tekniklerine göre, tam fermente çaylar (siyah çay), yarı fermente çaylar (oolong çay) ve fermente olmamış çaylar (yeşil ve beyaz çay) olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Çayların hepsi *Camelia sinensis* adlı bitkinin yapraklarından elde edilmektedir. Çayları farklı kılan ise üretim aşamasındaki fermantasyon şeklidir (Wang ve ark., 2000). Dünyada üretilen ve tüketilen çayın %2 oranında oolong, %22 oranında yeşil çay, %75 oranında siyah çay ve %1 oranında beyaz çay şeklindedir (Trevisanato ve Young-In, 2000). Hindistan, Japonya ve Çin’de

en fazla yeşil çay tüketilmektedir. Bazı Asya ve Orta Doğu ülkeleri daha çok siyah çayı tercih ederken, Tayvan ve Güneydoğu Çin’de ise oolong çay üretimi ve tüketimi daha fazladır.

### **2.5.1. Siyah Çay**

Yaş çay yaprağı, çay yaprağı tomurcuğunun ve bunlarla bitişik taze sap kısımlarının soldurma, kıvrırma ve tam oksidasyon işleminden sonra kurutulmasıyla elde edilmektedir. Siyah çayın oksidasyon ve kurutma işlemine bağlı olarak, aroma ve lezzetinin daha belirgin olduğu, bunun sebebinin uçucu yağ asitlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oysa yeşil çayda siyah çayda olduğu gibi uçucu yağ bileşenleri oluşmaz, bundan dolayı yeşil çayın aroma içeriği daha düşüktür (Altuğ ve Elmacı, 1998). Dünyada siyah çayın kalite değerlendirmesi ile ilgili olarak 1977 yılında Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı tarafından ISO-3720 yayınlanmıştır. Bu Standartlara göre siyah çay 1.sınıf ve 2.sınıf olmak üzere iki gruba ayrılmıştır (Usta, 2005).

**Tablo 5.** Çayın fiziksel ve kimyasal özellikleri (Türk Gıda Kodeksi, 2015).

ÖZELLİKLER	DEĞERLER			
	Siyah çay	Siyah çay (Süzen poşet)	Yeşil çay	Yeşil Çay (süzen poşet)
<b>Toplam toz çay miktarı (g/g) % (tanecik boyutu ≤ 355 µ)</b>	En fazla 14	En fazla 35	En fazla 14	En fazla 35
<b>Okside olmamış parça (g/g)%</b>	En fazla 8	En fazla 8	-	-
<b>Toplam kül (kuru maddede), (g/g)%</b>	En düşük 4 En fazla 8	En düşük 4 En fazla 8	En düşük 4 En fazla 8	En düşük 4 En fazla 8
<b>Su ekstraktı (kuru maddede), (g/g) %</b>	En düşük 29	En düşük 32	En düşük 32	En düşük 32
<b>Ham selüloz (kuru maddede) (g/g) %</b>	En fazla 16,5	En fazla 15	En fazla 16,5	En fazla 15
<b>Suda çözünen külde alkalilik (koh cinsinden) %</b>	En düşük 1 En fazla 3	En düşük 1 En fazla 3	En düşük 1 En fazla 3	En düşük 1 En fazla 3
<b>% 10'luk hidroklorik asitte çözünmeyen kül (kuru maddede) (g/g) %</b>	En fazla 1	En fazla 1	En fazla 1	En fazla 1
<b>Kafein (kuru maddede) (g/g) %</b>	En düşük 1,6	En düşük 1,6	En düşük 1,6	En düşük 1,6
<b>Suda çözünen kül (toplam küle göre) (g/g) %</b>	En düşük 45	En düşük 45	En düşük 45	En düşük 45
<b>Nem oranı (g/g) %</b>	En fazla 7	En fazla 7	En fazla 7	En fazla 7
<b>Toplam polifenol (kuru maddede) (g/g) %</b>	-	-	En düşük 11	En düşük 11
<b>Toplam kateşin</b>	-	-	En düşük 7	En düşük 7

### 2.5.2. Yeşil Çay

Yeşil çay *Camellia sinensis* yapraklarının oksidasyona uğratılmadan dehidretasyonundan elde edilmektedir. Yeşil çay üretimi şok soldurma, kıvrırma, kurutma ve tasnif olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmektedir. Yeşil çayın kalite ve tadı arasında doğrudan bir orantı mevcuttur. Bu çaylar üretim bölgesine ve toplanmaya göre farklılık göstermekte ve her ülke kendi yeşil çayını kendi komplike terminolojisiyle sınıflandırmaktadır. Örneğin Japon, Çin, Seylan ve Hindistan yeşil çaylarını farklı şekilde katagorize etmişlerdir (Usta, 2005). Siyah çay ve yeşil çayın karşılaştırılmasında her iki çayda da epigallokateşin gallat, epikateşin gibi polifenol bileşenler bulunmaktadır (Weisburger ve Chung, 2002). Yeşil çayın kateşin grubundaki monomerik polifenol düzeyi yüksektir (Halsam, 2003). Polifenol düzeylerinin farklı olmasına bağlı olarak içilen siyah ve yeşil çayın plazmadaki antioksidan değerinin de birbirinden değişik olduğunu bildirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmada siyah çayın tüketildikten sonra %40 plazma antioksidan seviyesine ulaştığını bulurken, yeşil çayın %50 oranında bir plazma antioksidan kapasiteye ulaştığını bulmuştur (Langley-Evans, 2000). Çay işleme süreçleri ve antioksidan artışı arasındaki ilişki; beyaz çay > yeşil çay > oolong çay > siyah çay şeklindedir.

**Tablo 6.** Yeşil çay infüzyonunda bulunan başlıca serbest amino asitler (mg/L) ve yüzde dağılımları (Chu ve Juneja 1997)

Amino asit	Miktar	%
<b>Teanin</b>	194 - 2778	46
<b>Glutamik asit</b>	154-441	13
<b>Aspartik asit</b>	131-352	11
<b>Glutamin</b>	16-909	9
<b>Serin</b>	24-599	8
<b>Treonin</b>	43- 282	4
<b>Alanin</b>	16-80	1
<b>Asparagin</b>	3-45	1
<b>Lisin</b>	5-42	1
<b>Fenilalanin</b>	7-38	1
<b>Valin</b>	4-137	1

### 2.5.3. Oolong Çay

Oolong çay üretimi yaprakların hafif kıvrırma, kısmen soldurma, kurutma ve orta seviyede enzimatik oksidasyon aşamalarından oluşmaktadır (Mathew ve Abraham, 2006a). Oolong çayın fermentasyon derecesi % 20-60 arasında değişmektedir. Oolong çay tat ve renk açısından yeşil ve siyah çay arasında yer almaktadır. Kuru maddenin yeşil çayda %30-42'sini, siyah çayda %3-10'nu ve oolong çayda %8-20'sini kateşinler oluşturmaktadır. Oolong çay siyah çaya göre daha yüksek antioksidan aktivite ve lipoksigenaz inhibitör aktiviteye sahiptir (Koca ve Bostancı, 2014).

### 2.5.4. Beyaz Çay

*Camellia sinensis* bitkisine ait beyaz çay ismini tomurcukların üstünün gümüş rengi açık gri renkte tüylerle örtülü olmasından almaktadır. Beyaz çay yalnız tomurcuklardan üretildiği için içerisinde çok fazla antioksidan bileşenleri içerir ve bu durum beyaz çayı sağlık için önemli bir içecek haline getirmektedir. Dünyada beyaz çayın ortalama yıllık üretiminin düşük olması (< bin ton) onu dünyanın en pahalı ve en değerli çayı haline getirmektedir. (ÇAYKUR, 2011). Beyaz çayın hasat edilme işleminin ardından oksidanyona uğratılmadan sadece soldurma ve kurutma yöntemi ile üretilmektedir. Beyaz çayın işleme, toplama ve sürgün yapısından dolayı daha fazla flavanol içerdiği ve daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Özellikle siyah ve yeşil çaylara kıyasla yüksek antioksidan değere sahip olduğu bilinmektedir. Polifenoller diğer çaylarda olduğu gibi beyaz çayın da en önemli bileşenini oluşturmaktadır (Govindarajan ve ark., 2005). Beyaz çay ayrıca amino asitler, kafein, uçucu yağ asitleri, karbonhidratlar, vitaminler (A,B,C,K), mineraller, lipidler ve proteinler içermektedir (Yogeshwer ve ark., 2007).



**Tablo 7.** Türkiye’de yetiştirilen beyaz çay üretim miktarı (Kg) (ÇAYKUR, 2018)

Üretim Merkezler	2014	2015	2016	2017	2018
ÇAYKUR	375	210	130	210	125
Özel Sektör	75	155	149	249	Bilinmiyor
Toplam	550	365	279	459	125+...

## 2.6. Çayın Bileşenleri

Günümüzde, birbirinden farklı birçok çay tipi bulunmaktadır, her çay tipinin farklı kimyasal bileşeni mevcuttur. Ancak birçoğu *Camellia sinensis* bitkisine ait çaylardır. Çay yapraklarının içeriği genetik, kültürel ve klimatolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Mathew ve Abraham, 2006a). Hasata hazır çay yapraklarının kimyasal bileşimi ve düzeyi, iklim şartları, toprak yapısı, hava durumu ve diğer pek çok çevresel coğrafi yapıya bağlı değişkenlik göstermektedir. Diğer taraftan işleme sürecinde üretim yöntemleri ve toplama standartları gibi faktörler de çayın biyokimyasal yapısında değişikliğe sebep olmaktadır. Taze çay yaprağı kuru maddesinde ortalama olarak %36 polifenol, %25 karbonhidrat, %15 protein, %6,5 lignin, %5 kül, %4 amino asit ve bu amino asitlerin%50’sinden fazlasını ise teanin, %2 lipid, %1,5 organik asit, %0,5 klorofil ve %0,1’den az karotenoidler ve uçucu bileşikler gibi maddeleri içermektedir. Polifenoller arasında en fazla bulunan grup kateşinlerdir. Kateşinlerden Epigallokateşin Gallat (EGCG), Epigallokateşin (EGC), Epikateşin Gallat (ECG) ve Epikateşin (EC) miktar olarak fazla, Gallokateşin, Epigallokateşin Digallat, 3-metil Epikateşin Gallat, Kateşin Gallat (CG) ve Gallokateşin Gallat (GCG) ise iz miktarda bulunmaktadır (Wang ve Ho., 2009; Kim ve ark., 2011).

**Tablo 8.** Çay yaprağında bulunan bileşenler (Zhen, 2002)

Bileşen	% kuru madde	Bileşen	% kuru madde
Flavanoller (Kateşinler)	15-30	Basit Karbonhidratlar	3-5
Epikateşin (EC)	1-4	Kafein	3-5
Epikateşin Gallat (ECG)	2-6	Aminoasit ve Protein	15-20
Epigallokateşin (EGC)	3-7	Polisakkaritler	4-13
Epigallokateşin Gallat (EGCG)	8-14	Kül	5
Kateşin (C)	1-3	Selüloz	6-8
Gallokateşin (GC)	3-6	Lignin	4-6
Flavanoller ve Flavonol Glikozitleri	2-7	Lipitler	2-4
Leykoantosiyeninler	2-5	Organik Asitler	0,5-2
Polifenolik Asitler ve Depsitler	6	Pigmentler	0,5-1,3
Toplam Polifenoller	32-38	Vitamin	0,6-1

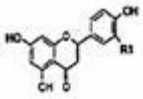
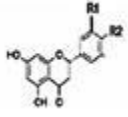
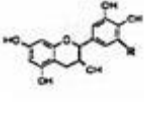
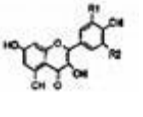
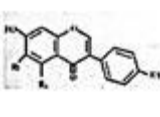
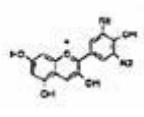
Bu bileşenlerden özellikle fenolik maddelerin antioksidan, antiviral, antikanser, antibakteriyel, antifungal, antiparaziter etki gösterdiği ve enflamasyon, obezite ve diyabet gibi çeşitli kronik hastalıkların riskini azalttığı bildirilmiştir (Dufrense ve Farnworth., 2001; Sharangi ve ark., 2009).

## 2.7. Çayın Fenolik Madde İçeriği

Çay bileşenleri arasında fenoliklerin miktarı oldukça fazladır. Çay yaprağında bulunan polifenollerin çoğunu flavonoller, flavonollerin % 65-74'ünü ise (-)-epigallokateşin-3-gallat oluşturmaktadır (Becker ve ark., 2004). İşleme yöntemlerine bağlı olarak çayın fenolik madde kompozisyonu ve miktarı da değişmektedir. Örneğin yeşil çay kuru maddede %30-42, oolong çay kuru maddede %8-20, siyah çay kuru maddede %3-10 oranlarında toplam flavonol içermektedir (Benzie ve Szeto, 1999). Siyah çay flavonol içeriği özellikle işleme esnasında uygulanan oksidasyon neticesinde

düşmektedir (Richelle ve ark., 2001). Çay yaprağının antioksidan aktivitesi içerdiği fenolik maddelerin yoğunluğuna bağlıdır. Özellikle flavonoidler güçlü serbest radikal süpürücü aktiviteye sahiplerdir. Çayın içerdiği flavonollerin antioksidan aktivitesi ve kapasitesi ise hidroksil gruplarının bağlandığı yer, galloil parçalarının varlığı ve sayısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Wang ve ark., 2000b). Buna göre kateşinler grubu en güçlü antioksidan özelliğe sahiplerdir (Li ve Xie, 2000). Bitki yapısındaki fenolik maddeler, tat ve aroma uyarıcısı, enzimatik esmerleşme sağlayıcı, tortu oluşturucu, radikal süpürücü, enzim inhibitörü yanı sıra analizlerde saflık kontrol kriteri olarak önem taşımaktadır (Eksi ve Karadeniz, 2002). Bitki fenoliklerinin en geniş kısmını flavonoidler oluşturmaktadır. Bu grup altında bilinen yaklaşık 8000'in üzerinde bileşik mevcuttur (Pietta ve Gardana, 2003). Flavonoidler bir taraftan aromatik halka yapılarında bulunan hidroksil gruplarından hidrojen vererek redoks tepkimelerine girerek serbest radikalleri süpürür. Diğer taraftan çoklu doymamış ve aromatik heterosiklik bağlarla kimyasal bağ oluşturarak istikrarlı yapılar oluşturur. Öte yandan reaktif oksijen türevlerini (ROS) metal şelatlama kapasitesi olan yapısal gruplarıyla, reaksiyona girerek O<sub>2</sub> ve OH gibi yapıların oluşumunu engelleyerek güçlü antioksidan özellik göstermektedir (Cam ve Hısıl, 2003; Mathew ve Abraham, 2006a)

**Tablo 9.** Flavonoidlerin grupları ve bu gruplara ait bileşikler (Eruçar, 2006)

Flavonlar	Flavononlar	Flavan-3-oller (Kateşinler)	Flavonoller	İzoflavonlar	Antosiyanidinler
					
Riyofilin	Prunin	Kateşin	Hiperosid	Genistin	Petunidin
Luteolin	Hesperetin	Epikateşin	Kempferol	Glisititein	Siyanidin
Apigenin	Isosakuranetin	Gallokateşin	Kuersetin	Glisitein	Malvidin
Diosmin	Naringin	Epigallkateşin-	Rutin	BiokemA	Peonidin
Tektokrisin	Eriositin	3-gallat	Kuersitrin	Formomonetin	Pelargonodin
Isohoifolin	Narirutin	Epikateşin-3-	Isokuersitrin	Genistein	Delfidin
Baisalein	Hesperidin	gallat	Ramnetin	Siyertim	
Genkwain	Naringenin		Kempferid	Daidzm	
	Neriositrin		Astragalın	Daidzein	
	Pinosembrin		Isohamnetin		
	Eriodisitiyol		Mirsetin		
	Neoesperidin				
	Ponsirin				

Gıdalarla alınan antioksidanların bazılarının çayın yapısında bulunan fenolik bileşiklerden geldiği ve demleme esnasında sıcaklığa bağlı deme geçtiği belirlenmiştir (Langley-Evans, 2000a). Özellikle yeşil çay fenoliklerinin diğer çaylara göre daha fazla antioksidan içerdiği gösterilmiştir (Trevisanato ve ark., 2000). Siyah çayın üretimi esnasında oluşan ikincil polifenollerin çok hızlı parçalanması, bu çayın antioksidan aktivitesini yeşil çaya kıyasla düşürmektedir (Skerget ve ark., 2005).

## 2.8. Fitoterapi

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre dünya nüfusunun büyük bir bölümü (%70-80) tedavi veya korunmak amacıyla destekleyici ve tamamlayıcı tedaviden yararlanmaktadır (WHO, 2003). Özellikle uzun süreli kullanılan ilaçların yan etkilerine karşı, daha sağlıklı, uzun ve kaliteli yaşamak amacıyla doğal ürünler kullanılması bütün dünyada hız kazanmakta ve önemli bir sektör haline gelmektedir.

Yapılan araştırmalar endüstriyel ilaçlar ile destekleyici biyolojik maddeleri kombine kullananların oranının %60-68 oranlarında olduğunu bildirmektedir (Ernst, 2009). Bu durum destekleyici tedavinin genişliğini ortaya koyar. Fakat tamamlayıcı tedavilerin endişe verici olmasına sebep olan şey uygulanan biyolojik materyallerin güvenliği ve komplikasyonları hakkında sistemsel analizlerin olmamasıdır (Ernst, 2007). Çıkan verilere göre halk sağlığı açısından destekleyici tedavide kullanılacak biyolojik maddelerin daha detaylı araştırılmasının daha doğru olacağını göstermektedir. Bu doğrultuda, Birleşik Devletlerinde Ulusal Sağlık Enstitüsüne (NIH) bağlı Ulusal Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Merkezinin (NCCAM) başlatmış olduğu ve literatür eksikliklerinin giderilmesi amacıyla Alternatif ve Tamamlayıcı Tedavi (CAM) uygulamalarının etkinliği bilimsel açıdan kanıtlamaya, incelemeye ve güvenilir uygulamaların tıbbi katılımını sağlamayı çalışmaktadır (Koutelidakis ve ark., 2009). Fitoterapi destekleyici ve tamamlayıcı tedavi yöntemlerinden birisidir ve bitkiler yardımı ile tedavi yöntemi olarak bilinmektedir. Her geçen gün fitoterapiye olan ilgi artmaktadır. Örneğin Almanya'da dermatologlara başvuran hastalarda fitoterapi kullanım sıklığı %52'dir, Amerika Birleşik Devletleri'nde bu oran %86'lara kadar çıkmış durumdadır (Ernst., 2009). Fitoterapide bitkisel tedavilerin standardizasyonu oluşturulmaya yönelik 1978 yılında Almanya'da oluşturulmuş olan Alman Federal İlaçlar ve Medikal Cihazlar Enstitüsü komisyonu doğada bulunan 300'den fazla bitkinin klinik bulgularını değerlendirerek bir komisyon oluşturulmuştur (Bedi, 2002). Geleneksel noktada giderek yayılan destekleyici ve tamamlayıcı tedavi metotlarının klinik, laboratuvar ve deneysel çalışmalarla desteklenmekte ve tıbbi değerini artırmaya çalışılmaktadır. *Camellia sinensis* bitkisinin fermente edilmiş ve edilmemiş çay çeşitleri fitoterapide kullanılmaktadır. Yeşil çaydaki epigallokateşin antikanserojen, antiinflamatuar, antioksidan etki gösterdiği ve theaflavin siyah çayın etken maddesi olarak deri tümörlerini ve apoptozisi önlemede kullanıldığı bildirilmiştir (Buchness, 1998).

## 2.9. Çayın Sağlık zerine Etkileri

Tüm ay çeşitlerinin içeriğinde bulunan fenolik bileşikler çaya antioksidan özellik kazandırmaktadır. Bu durum ise sağlığın korunmasına önemli bir potansiyel değer oluşturmaktadır. Özellikle kan plazmasında antioksidan madde miktarını arttırdığı için ortamda bulunan radikallere karşı süpürücü etki göstermektedir (Renouf ve ark., 2013; Fung ve ark., 2013). Diğer taraftan günlük 3-5 bardak çay tüketen bireylerin kardiyovasküler hastalıklara yakalanma risklerinin düşük olduğunu gösterilmiştir (Wang ve ark., 2010).1 fincan (200 ml) siyah çaydaki kafein miktarının 40 mg/ fincan civarında olduğu, buna karşı kafeinin günlük tüketim düzeyinin 300 mg'ı aşmaması gerekliliğini de ayrıca göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Rogers ve ark., 2005). Günlük ay tüketimi ve kanser riski arasındaki ilişkiye yönelik inde 69,310 kadın üzerinde yapılan araştırmada 11 yıl boyunca çay tüketen yaşlı ve orta yaşlı kadınların sindirim sistemlerinde olası kanser riskin de gözle görülür bir azalma olduğu ortaya konulmuştur (Kurahashi ve ark., 2008; Nechuta ve ark., 2012) erkeklerde ise çay tüketimine bağlı olarak prostat kanseri riskinin azaldığı gösterilmiştir (Montague ve ark., 2012; Iwasaki ve ark., 2014). Bir başka çalışmada ise çay tüketiminin kemik mineral yoğunluğu ve kırıkların iyileşmesinde önemli bir koruma faktörü olduğu belirlenmiştir (Gardner ve ark., 2007). Epidemiyolojik ve deneysel çalışmalarda çayda bulunan polifenollerin antioksidan etkisi nedeniyle, sağlıklı beslenme alışkanlıkları ile birlikte tüketilerek günde 5-6 fincan çayın kronik hastalık risklerinin azaltılmasına yardımcı olacağı belirtilmektedir (Fisunoğlu ve Besler., 2008).

## 2.10. Beyaz ayın Etkinliği İle İlgili Yapılan alışmalar

**Antiviral ve Antibakteriyal Etkinliği:** Beyaz ayın immun stimölator etki gösterdiği ve içerdiği antioksidanlar sayesinde bakteri ve viröslere karşı doğal yok edici etkisinin varlığı bildirilmiştir (Almajano ve ark., 2008).

**Diş Koruyucu Aktivitesi:** Beyaz ayın içerisinde bulunan florid maddesi dişlerin daha sağlıklı ve güçlü olmasını sağlarken plak ve diş çürümesine karşı da koruyucu etki sağlamaktadır (Söhle ve ark., 2009).

**Antidiabetik Etkisi:** Beyaz ay kan glukoz düzeyini düzenleyerek ve yağ metabolizmasını hızlandırarak diyabet belirtilerinin azaltılmasında etkili olduğu görölmüştür (Koutelidakis ve ark., 2009).

**Hipotansif Etkinliği:** Beyaz ayın yüksek kan basıncını dengeleyerek düşürdüğu, kan damarlarının gelişiminde etkili olduğu, kan sulandırıcı ve arterdamar fonksiyonlarını düzenleyici etkisi olduğu görölmüştür (Jiang ve ark., 2009).

**Antikanserojen Etki:** Beyaz ayın flavonoid içeriğinden kaynaklı kanserli hücrelerin büyümesini ve kanser hücrelerinin oluşumunu engellediği, buna karşın bilinen herhangi bir yan etkisi olmadığı bildirilmiştir (Gondoin ve ark., 2010; Unachukwu ve ark., 2010).

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Bu araştırma Türkiye'nin Karadeniz yöresinden toplanan toplam 35 adet beyaz çay numunesi ile yapıldı. Çay numuneleri Karadenizin farklı bölgelerinde (Rize/Ardeşen İlçesi; Merkez, Beyazkaya Köyü, Düz Mahalle Bölgesi, Armağan Köyü – Rize/Çamlıhemşin İlçesi; Çayırdüzü Köyü [Farklı Yükseklikler], Kadı Köy [Organik Beyaz Çay]) bulunan çay bahçelerinden toplandı. Numuneler steril kavanozlara aktararak laboratuvara getirildi. Biyokimya laboratuvarında 40°C'de 24 saat fırınlanarak kurutuldu. Daha sonra -60°C dondurucuda depo edildi (Dai ve ark., 2010).



**Şekil 2.** Türkiye'nin Rize bölgesinden toplanan beyaz çay örnekleri

#### 3.2. Çay Ekstraktının Hazırlanması

Kurutulmuş olan numuneler öğütülme işleminden geçirildi. Öğütülmüş numunelerden 1 gr tartılarak 10 ml etanol (%80'lik-Su) kullanılarak çözelti hazırlandı. Hazırlanan çözeltiler 12 saat inkübe edildi. Ardından 10 dk boyunca -4 derecede 5000 rpm'de santrifüj yapıldı. Santrifüj uygulamasından sonra çözeltilerin yağ tabakasının altında kalan süpernatant kısmı alınarak 0,45 nmol'lük tek kullanımlık filtrelerle filtre edildi. Analizde kullanılmak üzere +4 derecede karanlıkta muhafaza edildi (Naczka ve ark., 2004).



### 3.3. Deneyde Kullanılan Kimyasal Maddeler

Analizlerde kimyasal madde olarak DPPH, genistein, hesperidin, kateşin, apigenin, kuersitin, gallik asit, demir sülfat ( $\text{FeSO}_4$ ) ve folin-ciocalteu reaktifi kullanıldı. Çalışmada kullanılan maddeler analitik saflıkta olup Sigma Aldrich firmasından satın alındı.

### 3.4. Kullanılan Cihazlar

Sıvı Kromatografi Kütle Spektrometri Sistemi, spektrometri ve kromatografi sistemlerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş bir sistem türüdür. Sistem, üçlü kuadropol (kütle spektrometrisi 1 - kollizyon hücresi – kütle spektrometrisi 2) ve kromatografiden oluşmaktadır.

Çalışma için gerekli olan diğer ekipmanlar fakültemizin Biyokimya Anabilim Dalı laboratuvarında mevcuttur, bunlardan vorteks, distile su cihazı, otomatik pipetler, analitik terazi, spektrofotometre ve deney için gerekli olan tüpler kullanılmıştır.

#### Çalışmada Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

- **%80'lik etanol;** 400 ml etanol distile su ile balon jodede 500 ml'ye tamamlanarak çözelti hazırlandı.
- **Folin- Ciocalteu reaktifi;** Ayraç ticari olarak satın alındığı şekilde kullanıldı.
- **1 mM DPPH çözeltisi;** 0,0986 gr DPPH tartılarak etanolde çözdürülerek balon jodede 250 ml'ye tamamlandı.
- **0.1mM DPPH çözeltisi;** 0,1 mM DPPH çözeltisinden 10 ml alındıktan sonra balon joje içerisinde distile su ile 100 ml'ye tamamlandı.
- **%2  $\text{AlCl}_3$  çözeltisi;** 1 gr  $\text{AlCl}_3$  ile 99 ml metanol içerisinde çözdürüldü
- **%20'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisi;** 20 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tartıldıktan sonra distile suda çözüldürüldü ve son hacim 100 ml'ye tamamlandı.

### 3.5. Metot

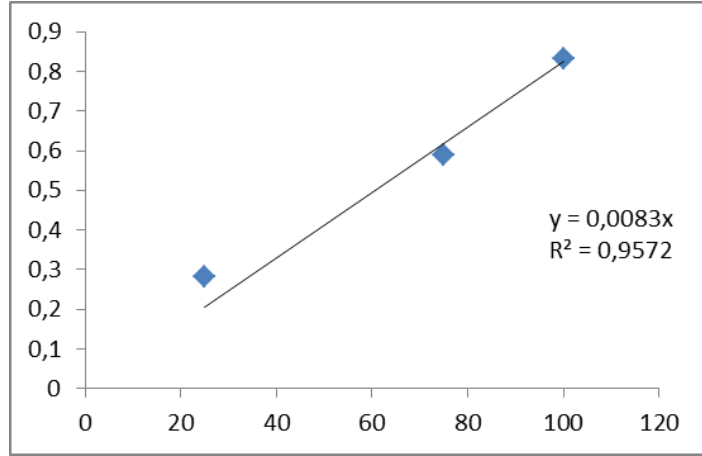
#### 3.5.1. DPPH Radikal Süpürme Aktivite Ölçümü

Beyaz çay örneklerinin antioksidan aktivitesi, Meda ve ark. (2005) tarafından önerilen metot modifiye edilip DPPH radikalinin yakalama kabiliyetine dayanılarak ölçüldü (Ulusoy, 2010). Bu amaçla radikalın 0,1 mM'lik çözeltisi ve beyaz çayn etanollü ekstarktları kullanıldı. Beyaz çay ekstraktından 750µL alınarak, 750µL DPPH radikali ile vortekste karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 50 dakika süreyle bekletildi. Sürenin bitiminde karışımın absorbansı kör etanole karşı spektrofotometrede 520 nm'de okundu. Antioksidan aktivite DPPH radikalinin % engellenmesi (% inhibisyon) olarak, aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak hesaplandı.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{\text{Kontrolün absorbansı} - \text{Örneğin absorbansı}}{\text{Kontrolün absorbansı}} \times 100$$

#### 3.5.2. Total Fenolik Madde Tayin Yöntemi

Singleton (1999) tarafından geliştirilen total fenolik konsantrasyon düzeyi, Folin-Ciocalteau yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır (Bertoncelj ve ark., 2007). Metot fenolik maddelerin folin fenol reaktifi (fosfomolibdik fosfotungstik asit) antioksidan ile tepkimesi neticesinde maviye dönüşür. Reaksiyon tamamlanınca numunelerin absorbansları spektrofotometrede 765 nm'de ölçülerek hesaplandı. Bu çalışma da galik asit standart bileşik olarak kullanılmıştır ve sonuçlar gallik asit eşiti olarak verilmiştir. Sonuç olarak toplam fenol miktarı Standart eğri çizildikten mg gallik asit ekuivalant gr beyaz çay numunesinde (mgGAE/ gr) elde edilmiş olur.

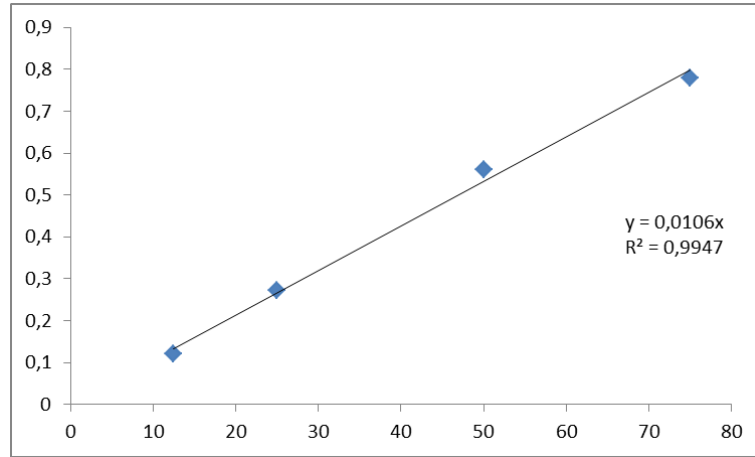


Şekil 3. Total fenolik madde tayini için gallik asit standart grafiği

### 3.5.3. Total Flavonoid Madde Miktarı

Standart hazırlamada %80'lik etanolde (100ml) 10 mg kuersetin çözülerek oluşturulmuştur. Elde edilen stok çözeltilerden 100, 75, 50, 12,5 ve 6,25 µg/ml'lik kuersetin standartları hazırlanmıştır (Chang ve ark., 2002).

Total flavonoid analizi için Chang ve ark. (2002)' larının geliştirmiş olduğu metot modifiye edilerek belirlendi. Metot için gr beyaz çayda mg kuersetin (mgQE/g) konsantrasyonu temel alınarak spektrofotometrede absorbansları ölçülmesi için numuneler hazırlandı.



Şekil 4. Total flavonoid analizi için kuersetin standart eğrisi

Seyreltilmiş numune solüsyonundan 0,5 ml+0,1 ml 1M Potasyum asetat+0,1ml %10'luk  $AlCl_3$ +1,5 ml %80'lik etanol+2,8 ml distile su eklenerek 30 dk oda sıcaklığında inkübasyon bırakılmıştır. Süre bitiminde absorbanlar 415 nm'de spektrofotometrede köre karşı (deiyonize su) sonuçlar okunmuştur.

#### **3.5.4. Fenolik Bileşiklerin Analizi**

Çay örneklerinde incelenecek fenolik bileşiklerin analizi için Kuczmánová (2015) ve Nacz (2004) tarafından bildirilen yöntem kullanıldı. Bu çalışmada fenolik bileşiklerin kalitatif ve kantitatif analizleri için hazır ticari solüsyon kullanıldı. Fenolik asit ve flavonlardan oluşan toplam 6 bileşik için ayrı ayrı ticari standart tedarik edildi. Beyaz çay örneklerinde incelenecek fenolik bileşikler, Kateşin (Catechin), Hesperidin, Gallik asit (Gallic Acid) Apigenin, Genistein, Kuersitin (Quercetin) olarak belirlendi. Proje bütçesinin üzerinde bir maliyet getirdiği için belirli bileşenler seçilmiştir. Bu kitler hem pek çok biyolojik molekül içinde hem de gıda teknolojisi analizlerinde kullanılmaktadır. Analizler Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi-Tandem Kütle Spektrometresi (LC/MS-MS 8040, SHIMADZU) kullanılarak yapıldı. Kullanılan Kolon: Raptor™ Biphenyl 2,7  $\mu$ m (50x3,0 mm) RESTEK / Raptor LC Columns (USA).

**Tablo 10.** Beyaz ay numuneleri için LC/MS-MS parametreleri

<b>Madde Adı</b>	<b>İyonizasyon</b>	<b>Ana iyonlar (m/z)</b>	<b>Madde iyonları (m/z)</b>	<b>Konsantrasyon eğrileri</b>
<b>Gallik Asit</b>	ESI / neg	169,30	124,90	17,0
			78,90	25,0
			94,90	41,0
			107,10	20,0
<b>Kateşin</b>	ESI / neg	289,20	123,00	30,0
			109,0	27,0
			97,00	27,0
<b>Kuersetin</b>	ESI/neg	301,00	151,00	22,0
			121,00	28,0
			107,00	30,0
<b>Hesperidin</b>	ESI/poz	611,20	303,00	-21,0
			152,90	-54,0
			177,00	-47,0
<b>Genistein</b>	ESI/neg	269,20	63,00	38,0
			132,00	43,0
<b>Apigenin</b>	ESI/neg	269,20	117,00	36,0
			107,00	30,0
			64,90	41,0

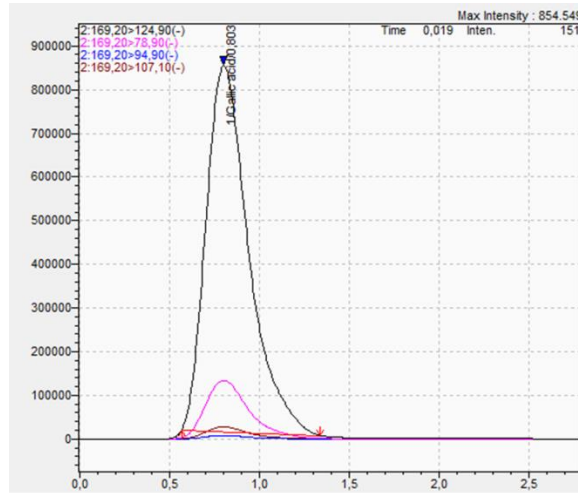
### 3.6. Standart Kromatogram ve Kalibrasyon Eğrileri

**Tablo 11 .** Beyaz çay örneklerindeki gallik asitin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	4,761
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	27,548
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	52,049
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	76,881
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	101,381
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	147,381

**Tablo 12.** Beyaz çay örneklerindeki gallik asitin standart kromatogram verileri

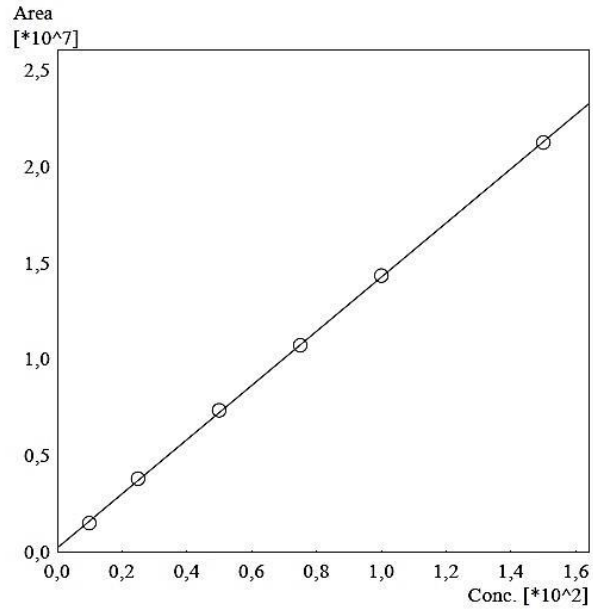
Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	169,20>124,90	1022380	100,00	100,00	+
Ref.1	169,20>78,90	158319	15,48	0,00 – 30,00	+
Ref.2	169,20>94,90	10536	1,03	0,00 – 30,00	+
Ref.3	169,20>107,10	33167	3,24	0,00 – 30,00	+



**Şekil 5.** Beyaz çay örneklerindeki gallik asitin standart kromatogram eğrisi

**Tablo 13.** Beyaz çay örneklerindeki gallik asitin kalibrasyon verileri

	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama alan</b>	<b>Alan</b>
<b>1</b>	10	1484296	1484296
<b>2</b>	25	3784168	3784168
<b>3</b>	50	7328837	7328837
<b>4</b>	75	10702663	10702663
<b>5</b>	100	14313666	14313666
<b>6</b>	150	21212231	21212231



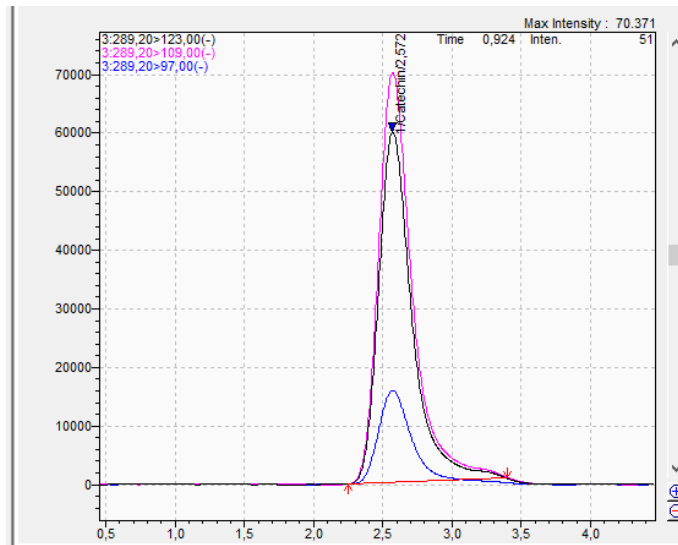
**Şekil 6.** Beyaz çay örneklerindeki gallik asitin kalibrasyon eğrisi

**Tablo 14.** Beyaz çay örneklerindeki kateşinin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	10,620
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	25,281
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	49,142
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	74,633
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	99,827
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	150,497

**Tablo 15.** Beyaz çay örneklerindeki kateşinin standart kromatogram verileri

Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	289,20>123,00	78338	100,00	100,00	+
Ref.1	289,20>109,00	91871	117,28	0,00 – 30,00	+
Ref.2	289,20>97,00	20716	26,44	0,00 – 30,00	+

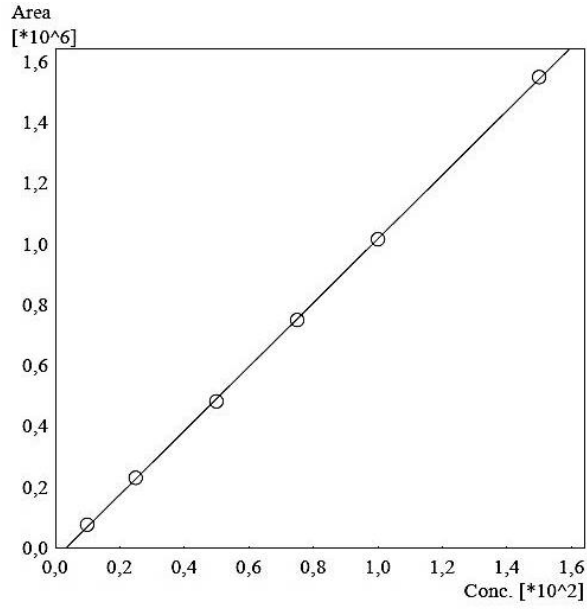


**Şekil 7.** Beyaz çayda örneklerindeki kateşinin standart kromatogram eğrisi



**Tablo 16.** Beyaz çay örneklerindeki kateşinin kalibrasyon verileri

	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama alan</b>	<b>Alan</b>
<b>1</b>	10	74835	74835
<b>2</b>	25	229202	229202
<b>3</b>	50	480422	480422
<b>4</b>	75	748820	748820
<b>5</b>	100	1014079	1014079
<b>6</b>	150	1547568	1547568



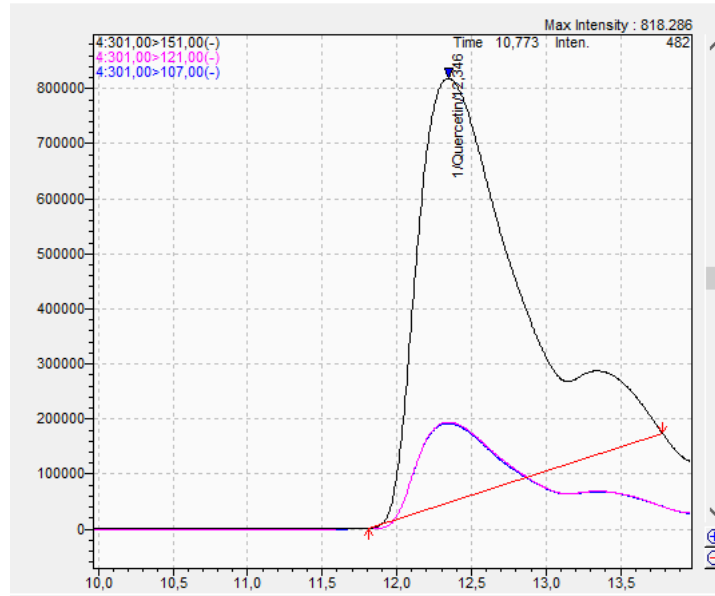
**Şekil 8.** Beyaz çay örneklerindeki kateşinin kalibrasyon eğrisi

**Tablo 17.** Beyaz çay örneklerindeki kuersitinin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	4,406
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	27,370
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	53,293
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	76,786
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	100,471
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	147,673

**Tablo 18.** Beyaz çay örneklerindeki kuersitinin standart kromatogram verileri

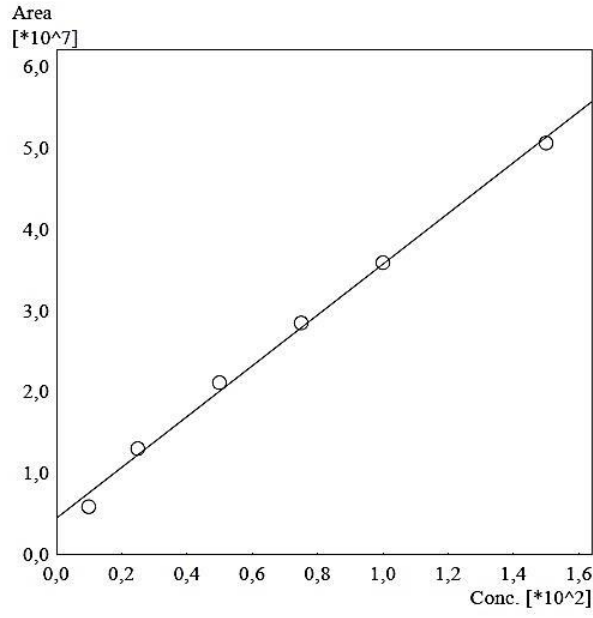
Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	301,00>151,00	779114	100,00	100,00	+
Ref.1	301,00>121,00	187133	24,02	0,00 – 30,00	+
Ref.2	301,00>107,00	182970	23,48	0,00 – 30,00	+



**Şekil 9.** Beyaz çay örneklerindeki kuersitinin standart kromatogram eğrisi

**Tablo 19.** Beyaz ay örneklerindeki kuersitinin kalibrasyon verileri

	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama alan</b>	<b>Alan</b>
<b>1</b>	10	5799803	5799803
<b>2</b>	25	12975200	12975200
<b>3</b>	50	21075262	21075262
<b>4</b>	75	2846082	2846082
<b>5</b>	100	35816488	35816488
<b>6</b>	150	50565585	50565585



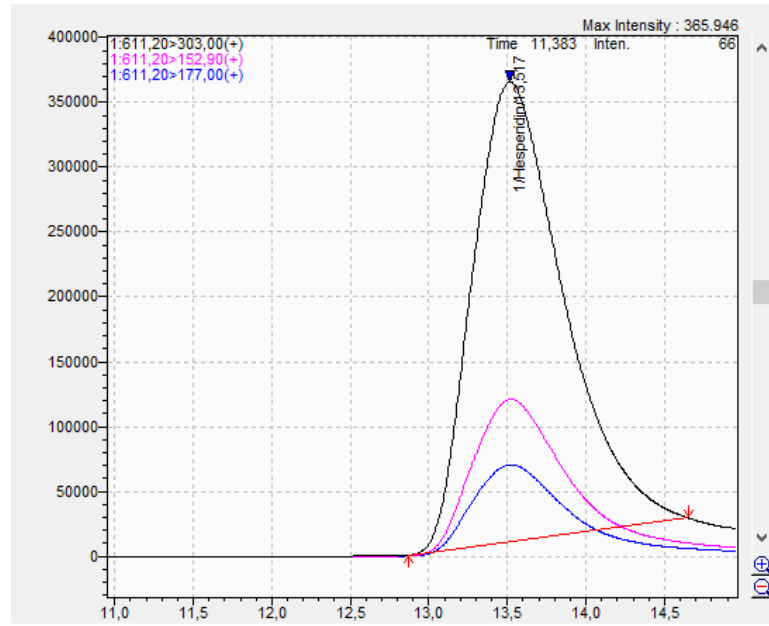
**Şekil 10.** Beyaz ay örneklerindeki kuersitinin kalibrasyon eğrisi

**Tablo 20.** Beyaz çay örneklerindeki hesperidinin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	9,075
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	25,455
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	50,702
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	74,732
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	100,451
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	149,585

**Tablo 21.** Beyaz çay örneklerindeki hesperidinin standart kromatogram verileri

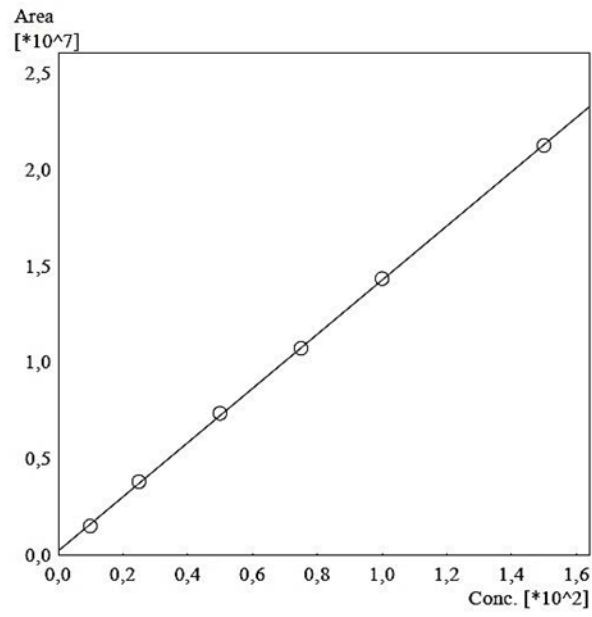
Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	611,20>303,00(+)	375852	100,00	100,00	+
Ref.1	611,20>152,90(+)	121927	32,44	0,00 – 30,00	+
Ref.2	611,20>177,00(+)	71017	18,90	0,00 – 30,00	+



**Şekil 11.** Beyaz çay örneklerindeki hesperidinin standart kromatogram eğrisi

**Tablo 22.** Beyaz ay örneklerindeki hesperidinin kalibrasyon verileri

	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama alan</b>	<b>Alan</b>
<b>1</b>	10	1484296	1484296
<b>2</b>	25	3784168	3784168
<b>3</b>	50	7328837	7328837
<b>4</b>	75	10702663	10702663
<b>5</b>	100	14313666	14313666
<b>6</b>	150	21212231	21212231



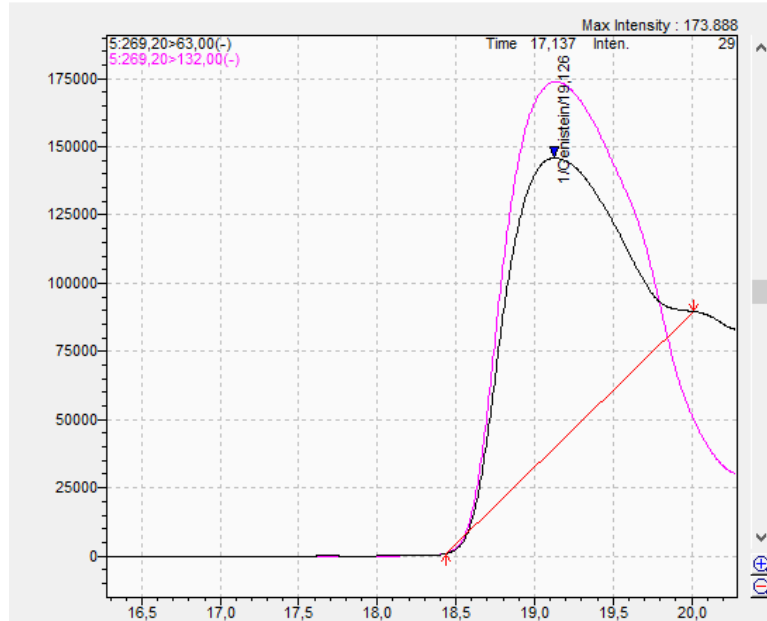
**şekil 12.** Beyaz ay örneklerindeki hesperidinin kalibrasyon ğrisi

**Tablo 23.** Beyaz çay örneklerindeki genisteinin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	4,545
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	27,092
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	53,436
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	76,685
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	100,644
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	147,598

**Tablo 24.** Beyaz çay örneklerindeki genisteinin standart kromatogram verileri

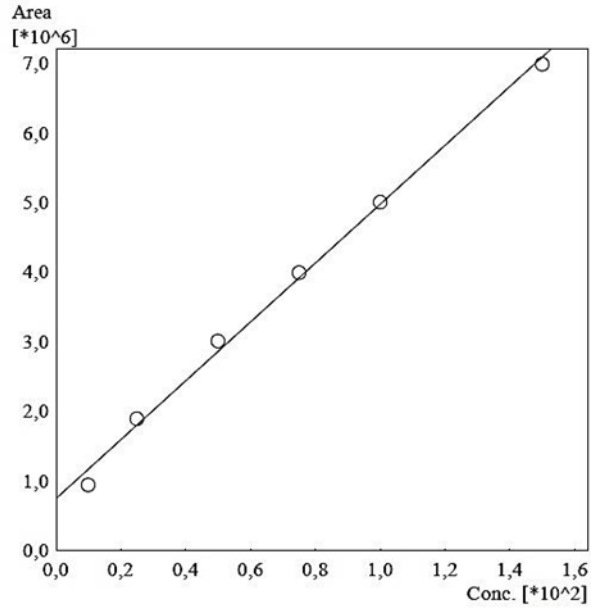
Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	269,20>63,00	107555	100,00	100,00	+
Ref.1	269,20>132,00	154106	143,28	0,00 – 30,00	+



**Şekil 13.** Beyaz çay örneklerindeki genisteinin standart kromatogram eğrisi

**Tablo 25.** Beyaz çay örneklerindeki genisteinin kalibrasyon verileri

	<b>Konsantrasyon</b>	<b>Ortalama alan</b>	<b>Alan</b>
<b>1</b>	10	934783	934783
<b>2</b>	25	1888238	1888238
<b>3</b>	50	3002239	3002239
<b>4</b>	75	3985342	3985342
<b>5</b>	100	4998486	4998486
<b>6</b>	150	6983979	6983979



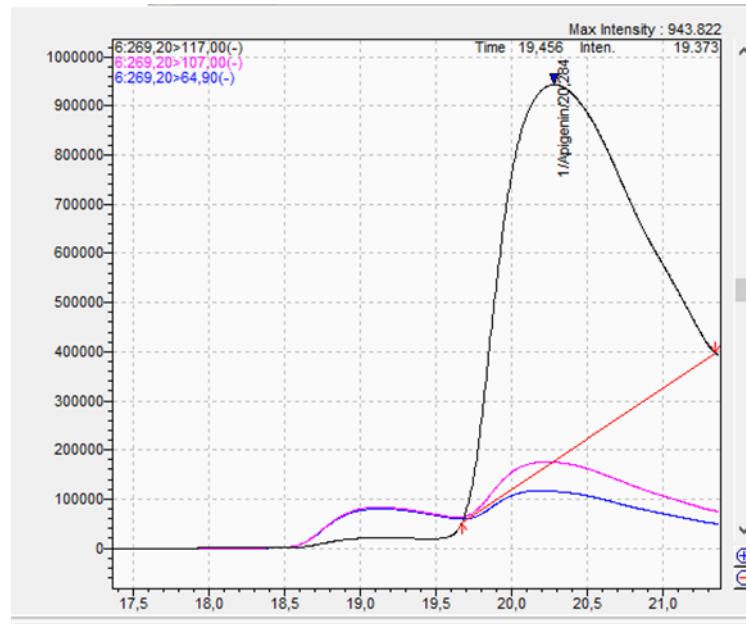
**Şekil 14.** Beyaz çay örneklerindeki genisteinin kalibrasyon eğrisi

**Tablo 26.** Beyaz çay örneklerindeki apigeninin LC/MS-MS parametreleri

Veri	Data Filename	Örnek tipi	Konsantrasyon (ppb)
1	10 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	3,886
2	25 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	26,883
3	50 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	51,855
4	75 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	78,294
5	100 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	103,759
6	150 ppb Jcd	Standart (Calc. Point)	145,322

**Tablo 27.** Beyaz çay örneklerindeki apigeninin standart kromatogram verileri

Type	m/z	Inten	Act%	Ident.Range %	Display
T	269,20>117,00	789263	100,00	100,00	+
Ref.1	269,20>107,00	111568	14,14	0,00 – 30,00	+
Ref.2	269,20>64,90	62129	7,87	0,00 – 30,00	+

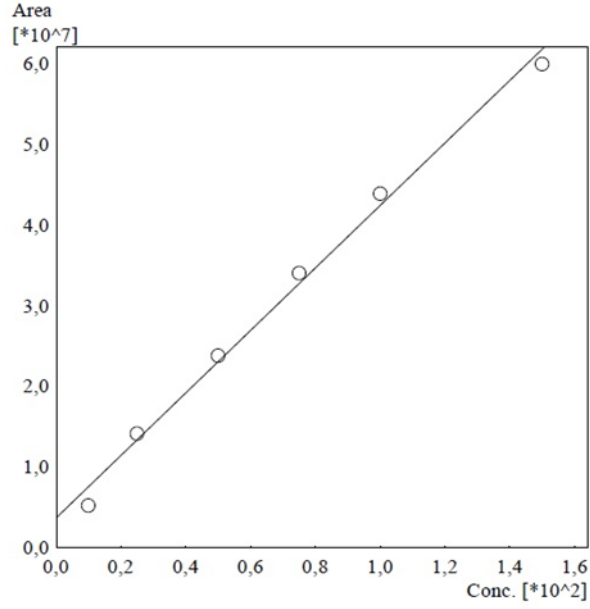


**Şekil 15.** Beyaz çay örneklerindeki apigeninin standart kromatogram eğrisi



**Tablo 28.** Beyaz çay örneklerindeki apigeninin kalibrasyon verileri

	Konsantrasyon	Ortalama alan	Alan
1	10	5164315	5164315
2	25	14065953	14065953
3	50	23732384	23732384
4	75	33966557	33966557
5	100	43823349	43823349
6	150	59912068	59912068



**Şekil 16.** Beyaz çay örneklerindeki apigeninin kalibrasyon eğrisi

Çalışmadan elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi (ANOVA) tekniği ile değerlendirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS istatistik programı kullanılarak yapıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Beyaz Numunelerinde Fenolik Madde Sonuçları

Beyaz çay numunelerinin LC/MS-MS cihazında fenolik madde profili incelenmiştir. Analizlerde standartların ve örneklerin enjeksiyon hacmi 4 µL ve konsantrasyon birimi ise ppb olarak belirlenmiştir. Değeri negatif olanlar ise ND (Not Determined) verilmiştir.

Analiz sonuçlarında sadece gallik asit ve kateşin maddesinin varlığına rastlanmıştır ve çıkan sonuçlar Tablo 29 ve 30'da verilmiştir. Çalışmada çaylardaki en düşük ve en yüksek gallik asit miktarı sırasıyla 9,53 ile 243,68 (ppb) arasında değişkenlik göstermiştir. Diğer taraftan Kateşin ortalaması  $8,45 \pm 1,054$  (ppb) hesaplanırken, minimum 6,17 ve maksimum 10,86 değerlerde bulunmuştur. Analizlerimizde hesperidin, apigenin, genisetin değerleri belirlenemedi

**Tablo 29.** Beyaz çay numunelerinde LC/MS-MS cihazındaki fenolik madde düzeyleri

Numune	Gallik asit (ppb)			Kateşin (ppb)		
	En düşük alan	En yüksek alan	Konsantrasyon	En düşük alan	En yüksek alan	Konsantrasyon
1	2486208	109998	9,51	--	--	--
2	23200966	1570134	177,28	28044	1848	6,18
3	24418305	1739992	187,10	48395	3131	8,11
4	28618804	2041416	221,10	60655	3939	9,27
5	31406933	2196136	243,68	42721	2600	7,57
6	28877385	1988900	223,20	45464	2652	7,83
7	27070604	1870299	208,57	40290	2330	7,34
8	27085616	1882163	208,70	38714	2478	7,19
9	23718061	166668	181,42	57859	3645	9,01
10	21386170	1491907	162,54	62846	3515	9,48
11	24390529	1693090	186,87	34276	2123	6,77
12	22427049	1558793	170,97	66891	3950	9,86
13	24357816	1698676	186,60	72373	4279	10,39
14	24192278	1699191	185,26	77352	4504	10,86
15	21237367	1470043	161,34	54301	3330	8,67
16	20961838	1466346	159,11	60804	3704	9,29
17	26653441	1839677	205,20	54381	3342	8,68
18	22163754	1523668	168,84	42553	2787	7,55
19	23661203	1625877	180,96	55438	3377	8,78
20	29588915	2010728	228,96	40292	2422	7,34
21	22409045	1530596	170,82	52026	3399	8,45
22	19938911	1365025	150,82	39238	2278	7,24
23	21753205	1497962	165,51	36920	2504	7,02
24	21040270	1453256	159,74	40930	2441	7,40
25	23755426	1635226	181,73	48219	2982	8,10
26	25697176	1763242	197,45	51761	3036	8,43
27	23844069	1664127	182,44	63584	3909	9,55
28	23743694	1655729	181,63	58601	3505	9,08
29	20953698	1458839	159,04	57290	3560	8,95
30	17398372	1212100	130,25	55495	3336	8,78
31	20711164	1453778	157,08	56989	3521	8,92
32	19863949	1401102	150,22	53477	3251	8,59
33	19131695	1330721	144,30	61649	3777	9,36
34	18703477	1303592	140,82	53635	3324	8,61
35	20586312	1311483	156,07	56357	3463	8,86

**Tablo 30.** Beyaz çay numunelerinde bulunan fenolik maddelerin standart sapma ve ortalama verileri

	<b>Ortalama±Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Gallik asit (ppb)</b>	173,86± 38,76	9,51	243,68
<b>Kateşin (ppb)</b>	8,45± 1,05	6,18	10,86

#### **4.2. Beyaz Numunelerinin Antioksidan Madde Sonuçları**

Beyaz çay numunelerinde total fenolik, total flavonoidve antioksidan düzeyleri Tablo 31 ve 32’de sunulmuştur.

Araştırmada Toplam Fenolik madde miktarı ortalama 180,89±86,49 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan ortalama toplam flavonoid düzeyleri ise 153,70±35,83 (mgGAE/gr) olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca beyaz çayın radikal süpürücü etkinliği % İnhibisyon (DPPH) değeri 29,66±13,71 hesaplanmıştır.

**Tablo 31.** Beyaz ay numunelerinin antioksidan içerikleri

Numune	Total fenolik (mgQE/g)	Total Flavinoid (mgGAE/g)	Antioksidan, DPPH-sc (%inhibisyon)
1	441,68	121,88	33,77
2	197,95	167,83	26,48
3	579,27	154,52	26,78
4	161,32	165,94	27,67
5	161,44	158,30	24,70
6	166,26	164,05	17,70
7	145,06	15,01	30,50
8	167,59	194,52	10,27
9	147,46	163,20	23,96
10	152,77	175,84	21,58
11	196,98	171,79	17,71
12	154,81	129,62	45,39
13	183,61	183,3	21,28
14	173,01	179,15	22,92
15	150,6	125,37	47,32
16	152,17	135,28	44,05
17	174,212	167,64	25,00
18	145,78	130,84	29,46
19	143,85	131,79	39,73
20	146,14	139,24	30,36
21	142,05	129,62	16,82
22	152,05	133,77	32,89
23	95,06	113,86	41,52
24	144,94	157,16	24,85
25	132,28	66,03	58,18
26	160,12	149,52	5,06
27	156,38	171,037	12,65
28	161,80	150,66	28,13
29	175,30	179,81	22,17
30	193,85	201,03	8,04
31	178,79	156,88	24,26
32	182,28	114,05	36,61
33	146,74	85,56	44,64
34	194,21	273,11	51,04
35	173,49	184,33	64,73

**Tablo 32.** Beyaz çay numunelerinde bulunan antioksidanların standart sapma ve ortalama verileri

	<b>Ortalama±Standart Sapma</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
<b>Fenolik madde miktarı (mg/ml)</b>	180,89±86,49	95,06	579,27
<b>Flavinoid miktarı (mgGAE/gr)</b>	153,70±35,83	66,03	273,11
<b>Antioksidan, DPPH-sc (%inhibisyon)</b>	29,66±13,71	5,06	85,71

## 5. TARTIŞMA

Günümüzde uzun süreli kullanılan ilaçların yan etkilerine karşı, daha sağlıklı, uzun ve kaliteli yaşamak amacıyla doğal ürünler özellikle bitkisel kaynaklı olanların kullanılması bütün dünyada hız kazanmakta ve önemli bir sektör haline gelmektedir. Fakat bu ürünlerin bilinçsiz kullanımı sonucu pek çok problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu açıdan bitkisel tedavi metotlarını yok saymak ne kadar yanlış bir girişim ise, her derde deva mucizevî bitkisel ürün ve karışımların olduğunu iddia etmek de o kadar yanlış bir yaklaşımdır. Bu nedenle fitoterapi çatısı altında toplanan bitkisel ürünlerin kimyasal yapısı, dozu ve kullanım şekli gibi medikal yönünün açığa çıkartılması olası bilinçsiz kullanımın önüne geçebilmektedir. Sunulan araştırma, beyaz çayın fenolik madde içeriğinin kalitatif ve kantitatif analizlerinin yapılması, diğer taraftan antioksidan aktivitelerinin ortaya konulması bu hedefe yönelik bir amaç taşımaktadır. Fitoterapik ürün olan çayın (*Camellia sinensis*) farklı biyolojik özelliklere sahip olması ve sağlık açısından sağladığı yararlarının çoğunda fenolik yapıların sorumlu olduğu bilinmektedir. Bu gruplar arasında kateşinler en etkili olanıdır. Araştırmada, öncelikle beyaz çay fenolik madde içeriklerinden Kateşinin, Hesperidin Gallik asit, Apigenin, Genisetin kalitatif ve kantitatif analizleri yapılmıştır. Fenolik bileşiklerin eldesinde ekstraksiyon yönteminde kullanılan çözgen sistemi son derece önemlidir (Eruçar., 2006). Bu nedenle çalışmada farklı çözücülerin farklı konsantrasyonları denendi ve %80 lik etil alkol ekstraksiyon ve LC/MS-MS protokolleri, beyaz çay örneklerini bileşiğinin ölçümü için optimize edilmiş ve doğrulanmıştır. Çalışmada çaylardaki en düşük ve en yüksek gallik asit miktarı sırasıyla 9,53 ile 243,68 (ppb) arasında değişkenlik göstermiştir. Diğer taraftan Kateşin otalaması  $8,45 \pm 1,054$  (ppb) hesaplanırken, minimum 6,17 ve maksimum 10,86 değerlerde bulunmuştur. Analizlerimizde hesperidin, apigenin, genisetin değerleri belirlenemedi. Bunun nedeni ise çay yapraklarının kimyasal bileşimi ve düzeyi, iklim şartları, toprak yapısı, hava durumu ve diğer pek çok çevresel coğrafi yapıya bağlı değişkenlik göstermektedir. Diğer taraftan işleme sürecinde üretim yöntemleri ve toplama standartları gibi faktörler de çayın biyokimyasal yapısında değişikliğe sebep olmaktadır (Mathew ve Abraham, 2006a). Bizim çalışmamızda ise bu nedenlerin yanı sıra beyaz çayın hasat edilme işleminin ardından oksidanyona uğratılmadan sadece kurutma yöntemi ile üretilmesi sonucu fenolik bileşiklerinin tam açığa çıkmamış olmasına

bağlanabilmektedir. Diğer araştırmalarda da beyaz çayın fenolik bileşenlerinde özellikle Kateşin ve gallik asit düzeyleri ön plana çıkmaktadır.

Karori ve ark. (2007) beyaz çay da toplam fenolik madde miktarının %21,30 ve kateşin'in ise %10,20 olarak belirlenmiştir. Bir diğer araştırmada farklı beyaz çaylar için toplam kateşin içeriği, su ekstraktları için yaygın olarak 14,40 ila 369,60 mg/g kuru bitki materyali ve etanol ekstraktları için 47,16 ila 163,94 mg/g olarak bildirmişlerdir (Unachukwu ve ark.,2010). Çin beyaz çayları üzerinde yapılan bir diğer araştırmada ise kateşin ve gallik asit düzeylerini sırasıyla 4,63 ve 2,23 (mg/g) olarak rapor edilmiştir (Tang ve ark.,2019).

Araştırmamızda ayrıca beyaz çay örneklerinin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışmada ay örneklerinde antioksidan aktivitesindeki, toplam fenolik ve falavonoid içeriğindeki değişkenlik sırasıyla, 1-1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) ve Folin-Ciocalteau ve kuercetin (mgQE/g) konsantrasyon temel alınarak sperktrofotometrik olarak analizleri yapılmıştır. Araştırmada Toplam Fenolik madde miktarı ortalama  $180,89 \pm 86,49$  olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarında minimum ve maksimum değer arasındaki farkı ekim alanlarının deniz seviyesinden yüksekliği ve toprak verimliliğine bağlamak mümkündür. Diğer taraftan ortalama toplam flavonoid düzeyleri ise  $153,70 \pm 35,83$  (mgGAE/gr) olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca beyaz çayın radikal süpürücü etkinliği % İnhibisyon (DPPH) değer  $29,66 \pm 13,71$  hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda beyaz çayın antioksidan değerini 2156,9 (Fe III/g), Flavonoid içeriğini 1396,78 ve toplam fenolik düzeyini 163,8 (GAEmg/g) belirtmişlerdir (Tang ve ark., 2019). Bir diğer araştırmada ise beyaz çayda toplam fenolik asit 423 ila 2141 GAE mg/ml arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Rusak ve ark., 2008). ay işleme süreçleri ve antioksidan artışı arasındaki ilişkilere bakılırsa beyaz çay > yeşil çay > oolong çay > siyah çay şeklinindedir (Langley-Evans, 2000). Elde ettiğimiz sonuçlar ise beyaz çayın radikal süpürücü etkisinin yüksek olduğunu kanıtlamaktadır. Diğer taraftan çalışmada beyaz çay örneklerin antioksidan aktivitelerinin, toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı ile arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Destekleyici tedavide kullanılan bitkisel ürünlerin de kimyasal ilaçlar gibi yan etkileri, ilaç-besin, ilaç-ilaç etkileşimleri ve kondrendikasyonları olabileceği kesinlikle unutulmaması gereken bir husustur. Bu problemlerin önüne geçmek için özellikle üniversiteler ve araştırma merkezlerinin bitkisel ürünlerin medikal etkinliği konusunda çok yönlü araştırma yapması gerekmektedir. Günümüzde beyaz ve yeşil çay koruyucu hekimliğinde kullanılmaktadır. Bu nedenle çayında endikasyonu ve kondrendikasyonları konusunda hala literatürde boşluklar mevcuttur. Sunulan çalışma apiterapi literatürüne katkı sağlayabileceği inancındayız.

Dünya nüfusunun yaklaşık 2/3 en önemli içecek olan sudan sonra çay tüketilmektedir, çay sağlık açısından insan vücudunu pek çok yönden etkilemektedir, kimyasal madde içeriğinin oldukça fazla olduğu bilinmektedir. Ülkemizde 767,000 dekar arazi üzerinde 203,000 üretici tarafından çay tarımı yapılmakta olup, yetiştirilen yaş çay yaprağından yıllık ortalama 180-200 bin ton çay üretimine karşın beyaz çay üretimi sadece 125 kg düzeyindedir. Buda beyaz çay üzerine yapılan araştırmaların sayısının artırılması ve sağlık üzerine etkisinin ortaya konulması ile üretim ve tüketim seviyesinin artırılması mümkün olacaktır. Diğer yandan AB ülkelerinde çay üretiminin yapılmaması, Avrupa Birliği aday ülke statüsünde olan ülkemizi üye ülkeler arasında tek çay üreten ülke konumuna getirerek önemli avantaj sağlamaktadır. Ülkemizin farklı bölgelerinde yetişen çay bitkisinden elde edilen beyaz çayın biyokimyasal bileşenlerinin ortaya konulması dünya piyasalarında satışa sunulacak bu ürünlerin tanınmasında ve rekabet gücünün artırılmasında katkı oluşturabilecektir. Alternatif tedavi yöntemlerinin yaygınlığı her gün biraz daha genişlemesi yadsınamaz bir gerçekliktir. Bu doğrultuda Türk beyaz çayının kendine has bileşim kimliğinin ortaya konması, fitoterapi alanında yeni tedavi alanlarının oluşturulmasında fırsatlar sunacağı kanısındayız.

## 7. KAYNAKLAR

- Aherne SA, O'Brien NM. Chemistry, food content, and metabolism. Dietary flavanols. *Nutrition* 2002; 18: 75-81.
- Albayrak S, Sağdıç O, Aksoy A. The assay sused for assessing antioxidant capacities of herbal products and foods. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2010; 26(4): 401- 409.
- Alcázar A, Ballesteros O, Jurado JM, Martin MJ, Vilches JL, Navalon A. Differentiation of green, white, black, oolong, and pu-erh teas according to their free amino acids content. *Journal of Agricultural and Food Chem* 2007; 55: 5960-5965.
- Algier AA, Hanoğlu Z, Özden G, Kara F. The use of complementary and alternative (non conventional) medicine in cancer patients in Turkey. *Eur J Oncol Nurs* 2005; 9: 138-46.
- Almajano MP, Carbó R, Jiménez JAL, Gordon MH. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chem* 2008; 108(1): 55-63.
- Almaraz-Abarca N, Campos M, Ávila-Reyes JA, Naranjo-Jiménez N, Corral JH, González-Valdez LS. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). *J of Food Com and Anal* 2007; 20: 119 –124.
- Altan A. Özel Gıdalar Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi. Adana 1997; 250.
- Altuğ T. Elmacı Y. Gıdalarda doğal olarak bulunan lezzet bileşenleri. İlbilge Saldanlı, editör. *Gıda Kimyası*. 1. Baskı. Ankara: Hacettepe Yayınları 1998; 453-486.
- Ataseven ZY. Türkiye'de Çay Sektörü. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. *TEPGE BAKIŞ* 2012; 148: 1303-8346.
- Atoui AK, Mansouri A, Boskou G, Kefalas P. Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile. *Food Chem* 2005; 89: 27-36.
- Bayrak A, Tekin A, Çalıkoğlu E, Poyrazoğlu E. Effects of flushing periods, growing elevation and processing methods on some volatile organic compounds of black tea. 5th International congress on food technology. *Proceedings* 2007; 2: 69-76.
- Becker EM, Nissen LR, Skibsted LH. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *E Food Res Tec* 2004; 219: 561-571.
- Bedi MC, Shenefelt PD. Herbal therapy in dermatology. *Arch Dermatol* 2002; 138: 232-42.
- Benzie IFF, Strain JJ. Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for

- simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology* 1999; 299: 15-27.
- Bertoncelj J, Doberšek U, Jamnik M, Golob T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of slovenian honey. *Food Chem* 2007; 105: 822-828.
- Buchness MR. *Alternative medicine and dermatology*. *Semin Cutan Med Surg* 1998; 17: 284.
- Caffin N, D'Arcy B, Yao L, Rintoul G. Developing an index of quality for Australian tea. RIRDC Publication No. 04/033, Project No. UQ-88A, Publication of Rural Industries Research and Development Corporation. Australia 2004;192.
- Cam M, Hısıl Y. Gıdalardaki flavonoidler ve önemleri. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim 2003;67-82.
- Chang C, Yang M, Wen H, Chern J. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J of Food and Drug Anal* 2002;10(3): 178-182
- Chu DC and Juneja LR. General chemical composition of green tea and its infusion. *Chemistry and Applications of Green Tea*. Yamamoto T, Juneja LR 1997.
- ÇAYKUR 2011. Beyaz Çayın Tarihçesi ve Üretim Teknolojisi. <http://biriz.biz/cay/beyazcayintarihcesi.pdf> 2011. Erişim Tarihi: 11.06. 2018.
- ÇAYKUR 2018. İstatistik Bülteni. <http://www.caykur.gov.tr/CMS/Design/Sources/Dosya/Yayinlar/421.pdf> 2018. Erişim tarihi: 15.05.2019
- Dai J, Mumper RJ. Plant Phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 2010; 15: 7313–7352.
- Dufresne CJ, Farnworth ER. A review of latest research findings on the health promotion properties of tea. *J of Nutritional Biochem* 2001; 12, 404- 421.
- Eksi A, Karadeniz F. Fenoliklerin gıda bileşeni olarak önemi, *Dünya Gıda* 2002; 4: 64-70.
- Ernst E. Adverse effects of herbal drugs in dermatology. *Br J Dermatol* 2007; 143: 923-9.
- Ernst E. The usage of complementary therapies by dermatological patients: a systemic review. *Br J Dermatol* 2009; 142: 857-61.
- Eruçar S. Bazı bitkisel çayların fenolik madde profili ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi 2006; 20-30.
- Fisunoğlu M, Besler T. Çay ve Sağlık İlişkisi. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727,56-19. 2008.

- Fung KF, Wong MH. Effects of soil pH on the uptake of Al, F and other elements by tea plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2002; 82: 146-152.
- Fung ST, Ho CK, Choi SW, Chung WY. Benzie Comparison of catechin profiles in human plasma and urine after single dosing and regular intake of green tea (*Camellia sinensis*). *Br J Nutr* 2013; 109 (12): 2199-2207.
- Gardner EJ, Ruxton CHS, Leeds AR. Black tea – helpful or harmful? a review of the evidence. *European Journal of Clinical Nutrition* 2007; 61: 3-18.
- Ghodake HM, Goswami TK, Chakraverty A. Mathematical modeling of withering characteristics of tea leaves. *Drying Technology* 2006; 24: 159–164.
- Gondoin A, Grussu D, Stewart D, McDougall GJ. White and green tea polyphenols inhibit pancreatic lipase in vitro. *Food Research International* 2010; 43(5): 1537-1544.
- Govindarajan R, Vijayakumar M, Pushpangadan P. Antioxidant approach to disease management and the role of ‘Rasayana’ herbs of ayurveda. *J Ethnopharm* 2005; 99: 165–78.
- Halsam E. Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry* 2003; 64: 61-73.
- Iwasaki M, Mizusawa J, Kasuga Y, Yokoyama S, Onuma H, Nishimura H. Green tea consumption and breast cancer risk in Japanese women: a case-control study. *Nutr Cancer* 2014; 66 (1): 57-67.
- Jiang HY. White Tea-Its Manufacture, Chemistry, and Health Effects. In: *Tea and Tea Products: Chemistry and Health-Promoting Properties*, Edited by F. Shahidi. USA 2009; 17-30.
- Kaçar B. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. No:6. Ankara: Çay İşletmeleri Gen. Müd. Çay-Kur. Yayın 1997; 1-71.
- Karori SM, Wachira FN, Wanyoko JK, Ngure RM. Antioxidant capacity of different types of tea products. *African Journal of Biotechnology* 2007; 6(19): 2287-2296.
- Kim Y, Welt BA, Talcott ST. The impact of packaging materials on the antioxidant phytochemical stability of aqueous infusions of green tea (*Camellia sinensis*) and yaupon holly (*Ilex vomitoria*) during cold storage. *J Agric Food Chem* 2011; 59: 4676–83.
- Koca İ, Bostancı S. Oolong Çayın Üretimi, Bileşimi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2014; 2(3): 154-159.
- Koutelidakis AE, Argiri K, Serafini M, Proestos C, Komaitis M, Pecorari M, Kapsokefalou M. Green tea, white tea, and *Pelargonium purpureum* increase the antioxidant capacity of plasma and some organs in mice. *Nutrition* 2009; 25(4): 453-458.

- Kuczmánová A, Gál P, Varinská L, Treml J, Kováč I, Novotný M, Vasilenko T, Dall'Acqua S, Nagy M, Mučaji P. *Agrimonia eupatoria* L. and *Cynara cardunculus* L. Water Infusions: Phenolic Profile and Comparison of Antioxidant Activities. *Molecules* 2015; 20: 20538–20550.
- Kurahashi N, Sasazuki S, Iwasaki M, Inoue M, Tsugane S. JPHC Study Group Green tea consumption and prostate cancer risk in Japanese men: a prospective study *Am J Epidemiol* 2008; 167 (1): 71-77.
- Kurt E, Bavbek S, Pasaoglu G. Use of alternative medicines by allergic patients in Turkey. *Allergol Immunopathol* 2004; 32: 289-94.
- Kurt G, Hacıoğlu HK. Dünya Ülkeleri İle Türkiye'nin Çay Üretiminin İstatistiklerle İncelenmesi. 2. Rize Kalkınma Sempozyumu Bildirim Kitabı 2013; 39-63.
- Lambert DJ, Yang CS. Cancer chemopreventive activity and bioavailability of tea and tea polyphenols. *Mutat Res* 2003; 523-4: 201-208.
- Langley-Evans SC. Consumption of black tea elicits an increase in plasma antioxidant potential in humans. *Int J Food Sci Nutr* 2000a; 51: 309-15.
- Li C, Xie B. Evaluation of the Antioxidant and Pro-oxidant Effects of *Tea oxypolimers*. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 6362-6366.
- Mathew S, Abraham TE. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. *Food Chem* 2006a; 94: 520-528.
- McKay DL, Blumberg JB. The role of tea in human health: An update. *J Am Coll Nutr* 2002; 21: 1-13.
- Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in burkina fasan honey, as well at their radical scavenging activity. *Food Chem* 2005; (91): 571-577.
- Montague JA, Butler LM, Wu AH, Genkinger JM, Koh WP, Wong AS. Green and black tea intake in relation to prostate cancer risk among. *Singapore Chinese Cancer Causes Control* 2012; 23 (10): 1635-1641.
- Moure A, Cruz J M, Franco JD. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem* 2000; 172: 145–71.
- Muthumani T, Senthil-Kumar RS. Influence of fermentation time on the development of compounds responsible for quality in black tea. *Food Chem* 2007b; 101: 98-102.
- Nacz M, Shahidi FC. Extraction and analysis of phenolics in food. Review, *Journal of Chromatography A* 2004; 1054: 95-111.
- Nechuta S, Shu XO, Li HL, Yang G, Ji BT, Xiang YB. Prospective cohort study of tea consumption and risk of digestive system cancers: results from the Shanghai Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 2012; 96 (5): 1056-1063.

- Owuor PO, Obanda M, Nyirenda HE, Mandala WL. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. *Food Chem* 2008; 108: 263–271.
- Özdemir F, Topuz A, Erbaş M. Ortodoks ve Çaykur yöntemleri ile üretilen farklı sınıf siyah çayların mineral içerikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 1999; 23: 809-815.
- Özdemir F. Farklı kavrma metotlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya islenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. (Doktora tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 1993.
- Parejo I, Viladomat F, Bastida J, Rossas-Romero A, Flerlage N, Burillo J, Codina C. Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *Journal of Agricultural and Food Chem* 2002; 50: 6882-6890.
- Pietta P, Gardana C. Flavonoids in herbs, in *Flavonoids in Health and Disease* 2nd Ed. Revised and Expanded 2003; 49-69.
- Ravichandran R, Parthiban R. The impact of processing techniques on tea volatiles. *Food Chem* 1998; 62(3): 347-353.
- Renouf M, Marmet C, Guy PA, Beaumont M, Lepage M, Williamson G. Dose-response plasma appearance of green tea catechins in adults *Mol Nutr Food Res* 2013; 57 (5): 833-839.
- Richelle M, Tavazzi I, Offord E. Comparison of the antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (coffee, cocoa, and tea) prepared per cup serving. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 3438-3442.
- Rogers PT, Heatherley SV, Hayward RC, Seers HE, Hill J, Kane M. Effects of caffeine and caffeine withdrawal on mood and cognitive performance degraded by sleep restriction. *Psychopharmacology* 2005; 179: 742- 752.
- Rusak G, Komes D, Likic S, Horzic D, Kovac M. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chem* 2008; 110: 852–858.
- Saklı AR, Türk Çayının Dünü ve Bugünü: Çayın Bölge Tarihindeki Yeri ve Çaykur'un Üreticiye Devri İçin Bir Model Çalışması. *Kaknüs Yayınları İstanbul* 2008.
- Sharangi AB. Medicinal therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis L.*): a review. *Food Res Int* 2009; 42: 35-529.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 1999; 299: 152-178.
- Skerget M, Kotnik P, Hadolin M, Hras AR, Simonic M, Knez Z. Phenols, proanthocyanidins, flavones, and flavonol in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chem* 2005; 89, 191-198.

- Söhle J, Knott A, Holtzmann U, Siegner R, Grönniger E, Schepky A, Gallinat S, Wenck H, Stäb F, Winnefeld M. White tea extract induces lipolytic activity and inhibits adipogenesis in human subcutaneous (pre)- adipocytes. *Nutrition & Metabolism* 2009; 6(1): 20-28.
- Tang GY, Zha CN, Xu XY, Gan RY, Ca SY, Liu Q, Shang A, Ma QQ, Li HB. Phytochemical composition and antioxidant capacity of 30 Chinese Teas. *Antioxidants* 2019; 8(6): 180
- Tokuşoğlu Ö. Siyah çayların başlıca fenolik bileşenleri (flavanoller, flavonoller, tanninler) ve aroma özellikleri üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Ege Üniversitesi 2001; 192.
- Trevisanato SI, Young-In Kim MD. Tea and Health. *Nutrition Reviews* 2000; 58: 1-10.
- Türk Gıda Kodeksi. Çay tebliği. Resmi Gazete Tarihi: 17.06.2015 Resmi Gazete Sayısı: 29389. TEBLİĞ NO: 2015; 30.
- Türkmen N. Farklı sınıf çaylarda kıvrırma proseslerinin ve değişik hasat dönemlerinin çayın fenolik madde ve alkaloid bileşimine etkisi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara 2007; 131-138.
- Ulusoy E. Determination of phenolic components of anzer honey and pollen by high performance liquid chromatography and their antioxidant properties. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi 2010.
- Unachukwu UJ, Ahmed S, Kavalier A, Lyles JT and Kennelly EJ. White and green teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): variation in phenolic, methylxanthine, and antioxidant profiles. *Journal of Food Science* 2010; 75(6): 541-548.
- Usta H. Çay Sektör Profil Araştırması, İstanbul Ticaret Odası Raporu. 2005; 1-40.
- Üstün R. Türkiyede çay. [www.tb.org.tr/dosya/AYIN\\_KTABI](http://www.tb.org.tr/dosya/AYIN_KTABI) 2007. Erişim tarihi: 03.04.2019
- Wang D, Kurusawa E, Yamaguchi Y, Kubota K, Kobayashi A. Analysis of glycosidically bound aroma precursors in tea leaves during the black tea manufacturing process. *J Agric Food Chem* 2001; 49: 1900-1903.
- Wang QM, Gong QY, Yan JJ, Zhu J, Tang JJ, Wang MW. Association between green tea intake and coronary artery disease in a Chinese population *Circ J.* 2010; 74 (2): 294-300.
- Wang SY, Lin HS. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chem* 2000b; 48: 140-146.
- Wang Y, Ho CT. Polyphenolic chemistry of tea and coffee: a century of progress. *J Agric Food Chem* 2009a; 57: 8109–14.

- Weisburger JH, Chung FL. Mechanisms of chronic disease causation by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. *Food Chem Toxicol* 2002; 40: 1145-54.
- Wheeler DS, Wheeler WJ. The medicinal chemistry of tea. *Drug Development Research* 2004; 61: 45-65.
- WHO 2003. The world health report. [https://www.who.int/whr/2003/en/whr03\\_en.pdf](https://www.who.int/whr/2003/en/whr03_en.pdf)  
2003 Erişim tarihi: 20.05.2019
- Wu CD, Wei GX. Tea as a functional food for oral health. *Nutrition* 2002; 18: 443-452.
- Yao L, Liu X, Jiang Y, Caffin N, D'Arcy B, Singanusong R, Datta N, Xu Y. Compositional analysis of teas from Australian supermarkets. *Food Chem* 2006; 94: 115-122.
- Yogeshwer S. Tea and Cancer Chemoprevention: A Comprehensive Review. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* 2007; 8: 155-166.
- Zhen Y. Tea: bioactivity and therapeutic potential. Taylor and Francis. New Fetter Lane. London 2002; 21: 250-257.
- Ziakova A, Brandsteterova E. Validation of HPLC determination of phenolic acids present in some Lamiaceae family plants. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies* 2003; 26 (3): 443-453.



## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı:** Büşra YENİÇIRAK

**Doğum Yeri:** Çamlıhemşin/RİZE

**Doğum Tarihi:** 17.11.1993

**Medeni Hali:** Bekâr

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce

**Mezun Olduğu Üniversite:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi  
Biyoloji Bölümü (Lisans – 2015)

**Çalıştığı Kurum:** Emniyet Genel Müdürlüğü İstanbul/Bahçelievler Çocuk Büro  
Amirliği (2017 – Halen)

**İletişim Bilgileri:** Bahçelievler Çocuk Büro Amirliği, İstanbul

**GSM:** 0541 – 711 – 28 93

**Eposta:** isdev2014@gmail.com